

Federico Ulsamer
Josep Mª Minoves

Las Humedades en la Construcción

ceac

Monografías ceac de la construcción

Las Humedades en la Construcción

Federico Ulsamer

Actualización

Josep Mª Minoves

Licenciado en Ciencias Químicas



Perú, 164 - 08020 Barcelona - España

Perú, 164 - 08020 Barcelona (España)
25.ª edición: Mayo 1989
ISBN 84-329-2902-6
Depósito Legal: B-18103 - 1989
Impreso por
GERSA, Industria Gráfica
Tambor del Bruc, 6
08970 Sant Joan Despí (Barcelona)
Printed in Spain
Impreso en España

Prólogo a la 1.ª edición

La guerra contra la humedad fue el origen de las construcciones humanas. Huyendo de la lluvia, granizo y nieve, el hombre primitivo se refugió en las cavernas. Pero las humedades que penetraban por paredes y suelo le expulsaron de las cuevas y el hombre se construyó sus primeras chozas con la madera que en superabundancia le ofrecían los bosques. Fue de nuevo la humedad que produciendo la rápida putrefacción de la madera obligó al hombre a buscar otros materiales de construcción de mayor poder aislante y más resistente a la acción de la humedad.

Así, en constante lucha contra el agua enemiga, el hombre fue desarrollando y perfeccionando la construcción de los edificios que le dan cobijo, ideando cada vez nuevos métodos para impedir la formación de humedades. Cuando al fin había logrado un aislamiento casi perfecto, la comodidad le hizo conducir hasta el interior de su morada el agua que necesitaba para su sustento y limpieza, creando nuevas fuentes de humedades.

Continúa hoy en día, implacable, la guerra contra las humedades en las construcciones. Ayudar a eliminarlas de cualquier edificación señalando cómo reparar los daños que produjeron y cómo cerrar el paso a nuevas penetraciones, y aconsejar a los constructores en sus intentos de evitar cualquier posible origen de humedades en las obras nuevas que ejecuten, éste es el propósito que nos induce a escribir esta monografía, breve compendio de nuestras propias experiencias durante largos años en el ejercicio de la profesión y recopilación de cuantos datos sobre la materia han caído en nuestras manos. Si conseguimos orientar a algún constructor en sus dudas ante los problemas que le plantea la realidad, nos consideraremos harto satisfechos y daremos por bien empleado el tiempo dedicado a este trabajo que, desde luego, no es, ni pretende serlo, completo. Sólo deseamos contribuir con nuestro consejo a que las obras se ejecuten con la suficiente perfección para evitar que en los edificios habitados por el hombre, se formen o penetren humedades, tan perjudiciales a su salud.

F. ULSAMER

Prólogo a la 20.ª edición

Un elevado porcentaje de las consultas que se reciben en la redacción de las Monografías CEAC se refieren a desperfectos causados por humedades en los edificios. Buena parte de nuestra atención en las obras se ha concentrado siempre en tomar las debidas precauciones para evitar la posterior aparición de humedades.

Esta constante lucha, sostenida activamente en nuestra vida profesional, unas veces para mejor realización de las obras propias y otras veces para ayudar a resolver los problemas ajenos, nos llevó a redactar esta breve recopilación de experiencias y reglas, de relación de materiales y procedimientos, con la esperanza de que sirvieran de guía y consulta a quienes como nosotros, luchan contra las humedades en la construcción. Múltiples son los casos tratados a lo largo de los años, de los cuales hemos obtenido un cúmulo de experiencias con aplicación directa, inmediata y de resultados satisfactorios.

Nos complace que esta breve recopilación de experiencias haya tenido buena aceptación entre los profesionales dedicados a la construcción de edificios. Numerosas cartas recibidas de desconocidos lectores nos han convencido de que la monografía ha servido y sirve a muchos de los que la poseen para resolver casos con que tropiezan en su vida profesional.

En la nueva edición hemos procurado añadir nuevas experiencias propias y ajenas con el fin de poner al día el contenido del libro y hacerlo más útil para quienes lo consulten.

Con todo ello esperamos que nuestra modesta monografía, en su nueva aparición, sea tan bien recibida como en sus anteriores ediciones.

F. ULSAMER

Prólogo a la 24.ª edición

La presente edición de LAS HUMEDADES EN LA CONSTRUCCION presenta variaciones notables sobre el texto editado hasta hoy. Si bien se ha partido del esquema inicial de F. Ulsamer, el constante desarrollo de las técnicas de construcción y la aparición de nuevos materiales nos han aconsejado modificar varios capítulos, algunos de ellos de forma substancial, y a añadir algunos no presentes anteriormente.

Así tanto los capítulos dedicados a materiales como el referente a técnicas de aplicación han sido reelaborados y notablemente ampliados. La importancia que actualmente tienen los trabajos de reparación y rehabilitación nos han inducido a dedicarles un capítulo de nueva redacción, prestando especial atención a los tejados, azoteas y cubiertas en general.

Por otra parte, el capítulo destinado a materiales impermeabilizantes, que contiene una amplia relación de marcas y fabricantes, ha pasado a ser un apéndice. Si bien se ha intentado actualizar al máximo los nombres de los productos y las empresas, la constante aparición de novedades en el mercado aconsejan excluirlo del texto e incluirlo en un anexo de carácter orientativo, mucho más fácil de ser modificado en ediciones sucesivas.

Finalmente se añade un resumen de la Norma UNE 104-402 referente a Membranas asfálticas para Impermeabilización, que, si bien no tenía vigencia en el momento de redactar la presente monografía, su próxima entrada en vigor nos ha aconsejado su inclusión.

El carácter de manual que posee el presente texto y el amplio sector de lectores a que va destinado, nos han obligado a condensar al máximo los espacios. Como contrapartida, ésta simplificación nos ha permitido

tratar un mayor número de temas. Con ello el lector podrá encontrar en un solo manual un amplio abanico de explicaciones y datos que, desarrollados bajo otro concepto, exigirían un volumen mucho mayor y de contenido bastante más complejo.

Es nuestro deseo que esta nueva edición de LAS HUMEDADES EN LA CONSTRUCCION reciba la misma acogida que las anteriores. Si así sucede, ello será la mejor prueba de que, en este texto, el profesional encuentra una ayuda en su labor.

Sólo nos resta agradecer a las empresas fabricantes e instaladoras de materiales impermeabilizantes su gentileza al facilitarnos información y documentación gráfica que nos han permitido incluir entre las ilustraciones del texto.

JOSEP M. MINOVES

I. La humedad en la construcción

Parece lógico que una de las maneras de evitar humedades en las construcciones consista en eludir el empleo del agua en las mismas. En efecto, es a lo que se tiende en los sistemas de construcción con elementos prefabricados; en ellos se confeccionan las distintas piezas con material perfectamente seco y se montan en la obra en seco.

Así, se realizan construcciones con prefabricados de hormigón y con planchas galvanizadas perfiladas. También, en algunas zonas, se construyen bungalows de madera, especialmente como segunda vivienda.

En todos estos casos el agua queda relegada, como máximo a la solera de hormigón a nivel del suelo, con lo que se elimina prácticamente uno de los orígenes de las humedades en las edificaciones: el agua de la propia construcción.

No obstante, aún en países industrialmente más avanzados que España, la construcción tradicional sigue siendo la habitual y en ella el agua es un componente indispensable.

Todos los morteros se amasan con agua; las piedras contienen agua de cantera; gravas y arenas necesitan lavados previos; toda la obra cocida tiene que colocarse mojada; los hormigonados necesitan riegos durante su fraguado; de manera que resulta inevitable que el edificio quede bastante húmedo al terminar su tarea el albañil. Por ejemplo, se calcula que un metro cúbico de fábrica de ladrillo recién terminado contiene de 130 a 230 litros de agua.

SECADO NATURAL

No hay más remedio que dejar que la obra se seque antes de proceder a los acabados. Un procedimiento para favorecer el secado consistiría en terminar la estructura antes del verano, de forma que se aprovechasen los meses cálidos para su secado y proceder, a partir del otoño a los acabados.

Pero la evaporación puede durar mucho más tiempo, a veces años enteros, cuando se emplean materiales tales como el hormigón compacto, o muros porosos revestidos revocados impermeables. En el caso en que una sola cara se impermeabilice, la evaporación tendrá efecto por la otra. Tal evaporación puede convertirse fácilmente en fuente de eflorescencias.

Un caso particular de secado en la obra es el de los productos orgánicos. Se sabe que debe evitarse el empleo de madera demasiado húmeda (peligro de putrefacción), pero no suelen tomarse suficientes precauciones para conseguir una madera del grado de sequedad requerida. En todo caso resulta inadmisible recubrir las maderas de pinturas o impregnaciones, más o menos impermeables, si no se las ha extraído antes todo exceso de humedad. Por ello recomendamos que, cuando se coloquen los marcos de puertas y ventanas en obra antes de construirse los muros (como es costumbre en Cataluña), se pinten únicamente las superficies de madera que han de estar en contacto con la obra, dejando sin pintar las otras dos caras de las maderas del marco.

VELOCIDAD DE SECADO

El secado de un material depende en alto grado de las condiciones climáticas del lugar (temperatura, humedad, presión, velocidad del viento), y al mismo tiempo de la contextura del material y, particularmente, de sus poros que conducen la humedad a la superficie de evaporación. Los materiales con poros de mayor diámetro (ladrillo, cal) se secan rápidamente; los materiales de estructura fina, en cambio (morteros de cemento, madera), tardan mucho en perder el agua. Las cavidades más importantes o las fisuras (células de hormigón celular, fisuras de retracción) aceleran el secado. Además, hay que tener en cuenta el exceso de agua a evaporar, que varía según los materiales empleados y que puede rebasar los 200 litros de agua por metro cúbico de fábrica de ladrillo, así como el espesor del muro, siendo la duración del secado sensiblemente proporcional al cuadrado de este espesor.

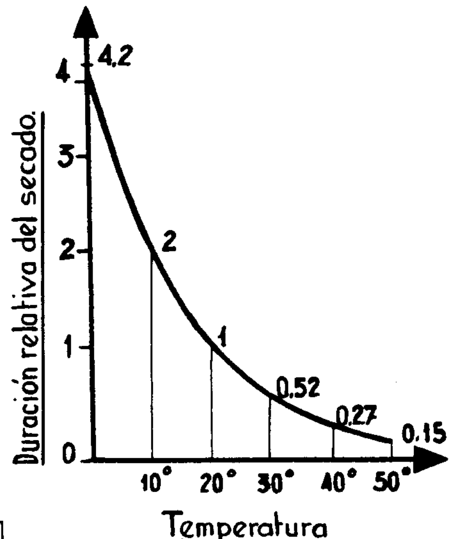


Figura 1

SECADO ARTIFICIAL

No siempre puede acomodarse la marcha de la obra al ritmo de las estaciones; por lo regular, hay que prescindir del tiempo independizándose de sus inclemencias. En estos casos se procura el secado de la obra por medio de una buena ventilación a base de fuertes corrientes de aire o empleando estufas.

Se observarán todas las precauciones a que obligan las reglas de la buena construcción, como cubrir la obra durante la noche, con plástico y arena por ejemplo, cuando hay que temer heladas. En estos casos se recomienda también el empleo de aditivos para acelerar el fraguado del hormigón (véase Cáp. 6).

Las duraciones del secado pueden resultar evidentemente muy largas, especialmente en los países húmedos en donde la evaporación es más lenta. Para ello se procura acelerar el proceso recurriendo a medios particulares, por ejemplo con calefactores térmicos, de gasoil o eléctricos. La temperatura juega efectivamente un papel muy importante, como puede observarse en la figura 1, que da la evaporación del período de secado en función de la temperatura. Según este gráfico, cuanto más alta temperatura se alcance, el rendimiento de las estufas será el mejor. Desde luego es preferible secar las fábricas de ladrillo y carpintería antes de proceder a los enyesados y pintados, que hacen la evaporación más dificultosa.

En dos o tres días, recurriendo a medios artificiales, puede conseguirse el secado suficiente.

TRATAMIENTOS ELECTRO-OSMOTICO

Se funda en ciertas propiedades de la electricidad terrestre y utiliza la que se produce espontáneamente entre una fábrica de ladrillo húmeda y el suelo, igualmente húmedo, en que se asienta. El valor de esta corriente eléctrica puede alcanzar los 600 ó 700 milivolts. Bajo el efecto de esta corriente, el agua se desplaza del muro hacia la tierra. La aplicación práctica se efectúa como sigue: unos dispositivos de contacto se empotran en la fábrica de ladrillo y se conectan a unas tomas de tierra metálicas, mediante conductores debidamente aislados. Lógicamente, el tipo de contactos, conductores, el número de puentes eléctricos y, en general, la instalación serán función del grado de humedad de la tierra, de su reacción (ácida o alcalina), etc., por lo que cada caso requerirá un estudio específico (Fig. 2).

Una aplicación práctica del proceso electro-osmótico es el ladrillo Raem. Se trata de un ladrillo hueco, de sección triangular, que se empotra en los muros. En la cara que queda al exterior lleva una rejilla de cobre y en la cara interior una lámina, también de cobre. La rejilla y la lámina van unidos entre sí por dos dobles hilos de cobre, de manera que dos hilos

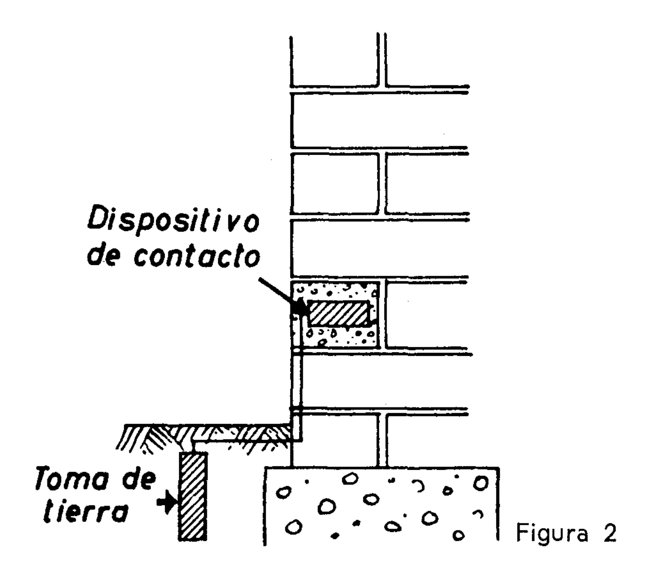
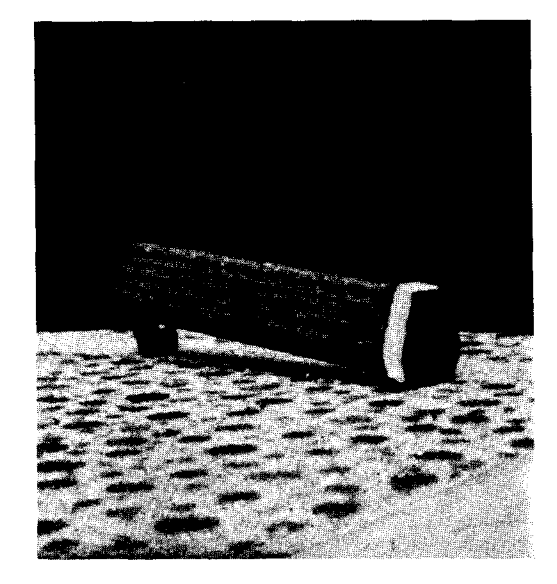
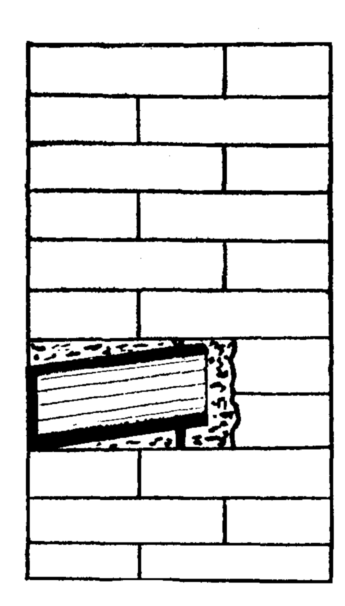


Figura 2


Figura 3


Figura 4

discurren por el hueco del ladrillo y los otros dos, por las caras exteriores, quedando éstos empotrados en los muros. A través de estos hilos se forman espontáneamente corrientes eléctricas, debido a la diferencia de humedad entre la rejilla exterior y la lámina o pie interior, que está en contacto directo con la obra. La corriente tendrá una acción electro-osmótica que invertirá la subida capilar del agua por el interior del muro y la dirigirá hacia los huecos de los ladrillos, en cuyo interior se evaporará (Figs. 3 y 4).

El tratamiento electro-osmótico puede complementarse con el de electroforesis. En este, las perforaciones de la obra donde se introducen los electrodos se llenan de determinadas substancias parcialmente ionizables. Estas son diluidas y arrastradas hacia abajo por el agua que se desplaza debido al tratamiento electro-osmótico y, al dispersarse la corriente eléctrica, fraguan, obturando los capilares de la obra, con lo que se evita la nueva ascensión de agua por capilaridad.

II. Humedad del suelo

REPARTO DE LA HUMEDAD EN EL SUELO. NIVEL FREATICO.

En la mayoría de los casos no puede evitarse que el suelo sea húmedo. Pero el suelo puede estar saturado o no de humedad, es decir, que los poros pueden o no estar llenos de agua líquida. Una gran parte del suelo siempre está saturada de agua, formándose la capa de agua subálvea o freática cuyo nivel superior corresponde al nivel de agua en los pozos.

En realidad, el suelo se encuentra saturado de agua hasta un nivel superior a dicha capa, debido a las fuerzas capilares, tanto más subido cuanto más finos sean los poros; estas fuerzas «elevan» el agua a alturas superiores de 20 a 30 centímetros, en general, sobre el nivel del agua subterránea. A un nivel superior, los poros, sin estar saturados de agua absorben una cantidad más o menos importante. Finalmente, sólo muy cerca de la superficie del terreno, el contenido del agua del suelo puede ser bastante débil, gracias a la absorción por las raíces de las plantas o a la evaporación al contacto con el aire y la acción de los rayos solares.

En la práctica hay que distinguir entre lo que sucede por debajo y por encima de la capa de agua subterránea. En la primera zona el suelo está saturado y el agua actúa con presión sobre cualquier parte de la obra sumergida. La fuerza de penetración será tanto mayor cuanto más se descienda por debajo del nivel del agua. En la segunda zona, es decir, por encima de la capa de agua, ésta penetra desde abajo por capilaridad o desde arriba, procedente de lluvia, nieve, regado, etc.

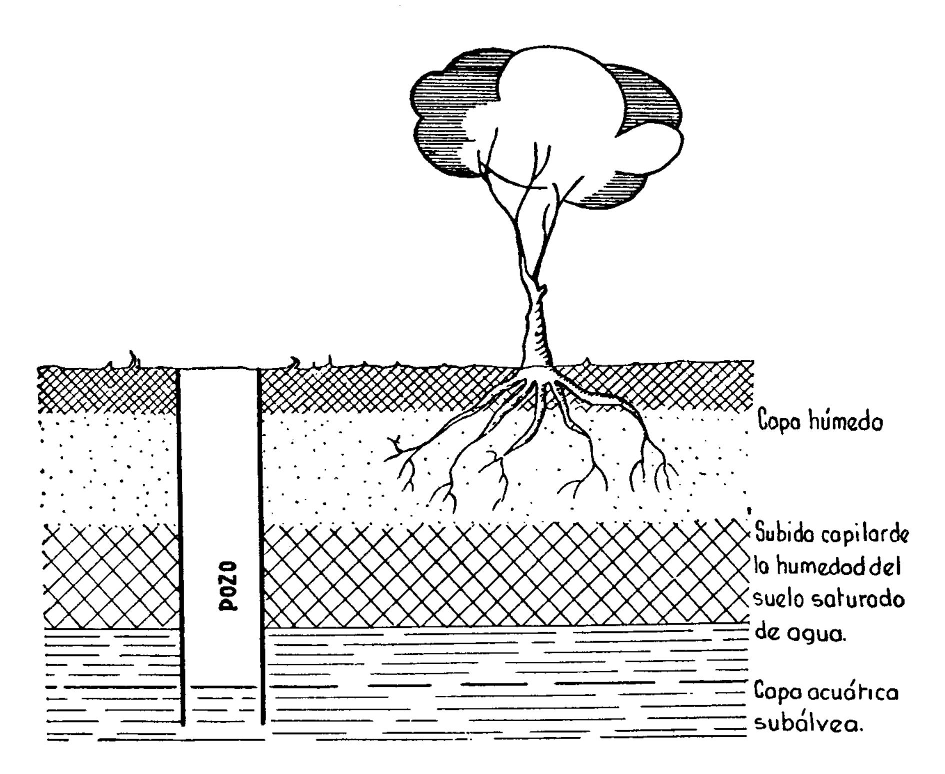


Figura 5

En la figura 5 presentamos un esquema de la distribución de la humedad en el suelo.

El nivel de la capa (nivel freático) varía ligeramente durante el transcurso del año y con las lluvias, pero sigue más o menos la configuración del suelo, aproximándose más a la superficie en los fondos que en los promontorios. Por lo que interesa en general construir en los lugares elevados; pero diferencias de constitución geológicas pueden, incluso a poca distancia, modificar el nivel de la capa acuosa. Es aconsejable, por lo tanto, asegurarse del nivel de la capa por medio de sondeos, sin olvidar que el nivel superior de la tierra saturada de agua es más elevado que el de la capa misma, alcanzando en ciertas arcillas uno o dos metros.

En otros casos la capa de agua se encuentra bajo presión (pozos artesianos) lo que puede obligar a la utilización de dispositivos especiales análogos a los que se adoptan en la zona de la capa acuática. Tales presiones pueden producirse también en forma intermitente, siendo la solución la misma: construir ataguías. Es una solución muy costosa, por lo que debe evitarse en cuanto sea posible.

El nivel freático puede cambiar no sólo según la estación del año sino también por circunstancias imprevisibles o poco previsibles. Por ejemplo:

- Una corriente subterránea de agua puede desviarse por efecto de una obra vecina (muro de un sótano, túnel, construcción subterránea o simplemente deprimida, etc.), afectando a las fincas incluso algo alejadas.
- El cambio progresivo de zona agrícola a zona industrial puede llevar consigo un aumento de la humedad del suelo, al no ser absorbida por los vegetales.
- El cambio de tipo de industria también puede afectar. En las zonas de industria textil, por ejemplo, se absorbía gran cantidad de agua de pozos y ríos, que era devuelta a desagües canalizados y no a la tierra. La desaparición de estas industrias y la implantación de otras de tecnología distinta puede ocasionar también una paulatina elevación del nivel freático.

DRENAJE

La primera precaución para protegerse contra el agua del suelo consiste en alejarla de las cimentaciones. Los drenajes y pozos absorbentes tienen por misión apartar de los cimientos las aguas pluviales filtradas a través del suelo por la gravedad, pudiéndose bajar por el mismo procedimiento el nivel de la capa acuática.

Cuando las condiciones geológicas son favorables, como el caso representado en la figura 6, bastante frecuente, un pozo que llegue a una capa absorbente dará el resultado apetecido.

Pero en la mayoría de los casos hay que recurrir al drenaje. Las drenas son generalmente tubos de hormigón poroso, colocados en pendiente del 1 al 5 %. En la figura 7 se muestran algunos ejemplos de drenaje y pocillo colector.

ATAGUIAS

Cuando parte del subsuelo está contenido en la capa acuática, puede recurrirse a las ataguías. Estas son diques provisionales para atajar el paso del agua durante la ejecución de los trabajos.

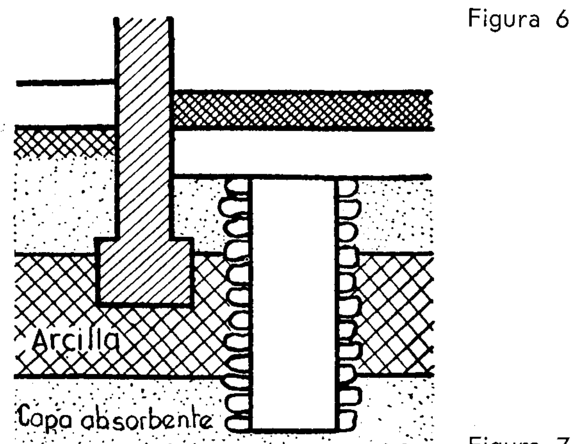
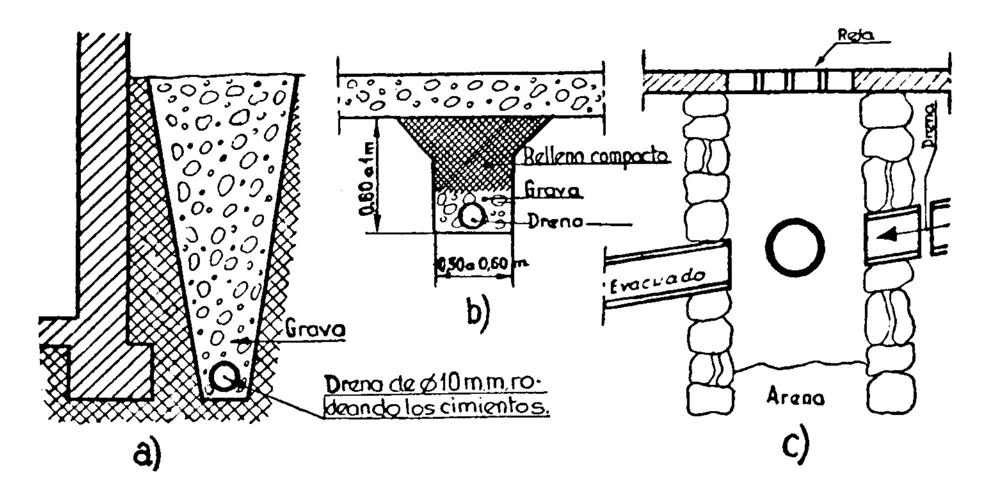


Figura 6

Figura 7



El caso más simple (sin riesgos de fisuración, aguas no agresivas) puede resolverse con ataguías de doble envolvente; un primer cajón (interior) de hormigón armado calculado para los esfuerzos existentes (cargas del edificio, presiones del agua), y un segundo cajón igualmente de hormigón armado con dosificación y granulometría particularmente cuidadas para conseguir una buena impermeabilización y la superficie exterior hidrofugada. Una buena disposición consiste en colocar entre los dos cajones un hormigón magro de grandes poros, poco capilares.

En los casos en que la fisuración o la acción de aguas corrosivas han de temerse, hay que proteger el conjunto de la ataguía por una capa impermeable. La colocación de esta capa debe hacerse con cuidado, no direc-

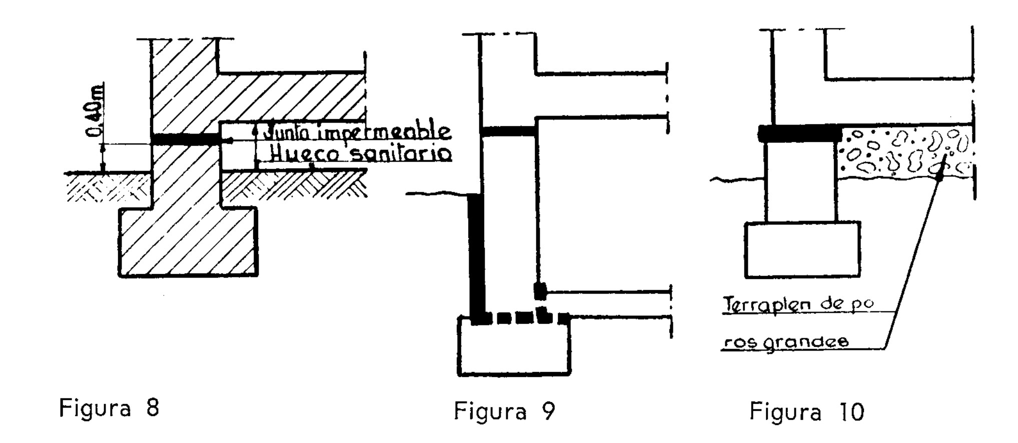


Figura 8

Figura 9

Figura 10

tamente sobre la tierra, sino entre otras capas de hormigón o mortero o sobre una solera de ladrillos.

BARRERAS ANTICAPILARES

Teniendo en cuenta que en ciertos casos la humedad del suelo penetra en los paramentos por la acción de las fuerzas capilares, tanto más intensas cuanto más finos sean los poros, puede resultar adecuado colocar entre los elementos o paramentos de construcción y el suelo, unos conjuntos de poros grandes, tales como pedraplenes, escorias u hormigón magro de gran granulometría y de poca dispersión (gravas de grano grueso, sensiblemente todos del mismo tamaño). Es lo que generalmente se efectúa sobre el terreno bajo terraplenes, o en construcciones subterráneas y es una solución que, en muchos casos, puede resultar suficiente.

JUNTAS IMPERMEABLES

Consisten en establecer juntas horizontales en los muros, a nivel del suelo o ligeramente por encima de éste. Suelen efectuarse con láminas asfálticas o con hojas de plomo (Figs. 8, 9 y 10).

Los objetivos de dichas juntas son:

En primer lugar evitar una infiltración demasiado abundante de agua por el suelo.

Evitar que la humedad suba por los muros por la acción de las fuerzas capilares.

Este tipo de juntas suele aplicarse en edificios de poca altura. La discontinuidad que se produce en los muros suele despertar recelos en los técnicos cuando se trata de edificios altos.

TRATAMIENTOS HIDROFUGOS

La solución aparentemente más simple para evitar la propagación de la humedad consistiría en hacer que los materiales de cimentación (piedra u hormigón en general) contuviesen tal propagación, lo que se conseguiría obturando sus poros. Es precisamente el objeto de los tratamientos hidrófugos, obtenidos por la adición de productos diversos al hormigón en el momento de su puesta en obra. Estos productos se dividen en dos grupos: hidrófugos de superficie que se computan como superficies aislantes e hidrófugos de masa que tienen por objeto mejorar el conjunto del material.

Los hidrófugos en masa son por lo general productos coloidales añadidos a los hormigones y morteros. Algunos tipos de los utilizados en los morteros influyen sobre la resistencia mecánica, por lo que se recomienda actuar con precaución antes de utilizarlos en hormigones. Los específicos de hormigones no suelen presentar este inconveniente.

Un hidrófugo, no obstante, difícilmente mejorará un hormigón defectuoso. Es por tanto condición imprescindible partir de hormigones preparados con granulometrías y dosificaciones adecuadas y de una correcta puesta en obra, con el tiempo de vibrado que sea preciso. Por otra parte, se trata de productos cuyos efectos varían notablemente según la dosificación que se emplee, por lo que será preciso efectuar algunos ensayos previos y, desde luego, ajustarse a las indicaciones del fabricante.

Los diferentes hidrófugos que se ofrecen en el marcado pertenecen a alguno de los siguientes tipos:

- Materias muy finas: bentonitas, tierra de infusorios, emulsiones de resinas sintéticas muy finas, etc.
- Sales de ácidos grasos: son esencialmente jabones (estearatos, oleatos, lauratos).
- Sales minerales: sulfato de aluminio, fluosilicatos de cinc o magnesio, y, en menos grado, los silicatos de sodio y potasio y los carbonatos alcalinos.

Existen además materiales que, indirectamente, favorecen la impermeabilidad del hormigón, sin ser propiamente hidrófugos:

- Fluidificantes o plastificantes: reducen la relación agua/cemento, proporcionando un hormigón más compacto y resistente. Suelen ser lignosulfonatos, resinas, etc.
- Aceleradores de fraguado: los más utilizados parten de cloruros alcalino-térreos (cloruro de cal, principalmente).

CAMARAS DE AIRE

Muy eficaces para impedir el paso de humedades del suelo a los muros de los sótanos, son las cámaras de aire entre dichos muros y la tierra que los rodea. La tierra tendrá que sostenerse por medio de un muro, que se aligerará con numerosos estribos para transmitir los empujes laterales al muro de carga. Estos muros no se ligarán con el muro de carga, antes al contrario, se pintará la superficie de contacto previamente con alquitrán u otra materia aislante. La ventilación de estas cámaras puede combinarse con la de la solera, con lo que también quedará aislada de humedades.

Las figuras 11, 12 y 13 detallan diversos sistemas de cámara de aire y su ventilación.

Cuando en la construcción del muro se utilice la tierra exterior como encofrado, la penetración de humedades a través de aquél sólo puede evitarse mediante el empleo de hidrófugos en el hormigón. Si así no fuera, o como precaución suplementaria, se construye la cámara por el interior, preveyendo además una canalización para el agua que pueda penetrar en la cámara y una impermeabilización de la base de la cámara y del tabique (Fig. 14).

PROTECCION CONTRA LA ACCION QUIMICA DEL SUELO

No sólo conviene proteger el edificio contra la humedad del suelo en sí, sino también contra la acción química del mismo o de las aguas subterráneas.

En primer lugar, son afectados de corrosión los metales enterrados en el suelo, problema particularmente importante para las canalizaciones. Es un fenómeno que generalmente se produce por electrólisis y exige por lo tanto la presencia, en la superficie del metal enterrado, de agua conteniendo sales o gas disuelto. Se produce una corriente entre metal y solución que provoca la corrosión. No parece haber gran diferencia entre los metales férricos, incluso entre los no férricos, en cuanto a la resisten-

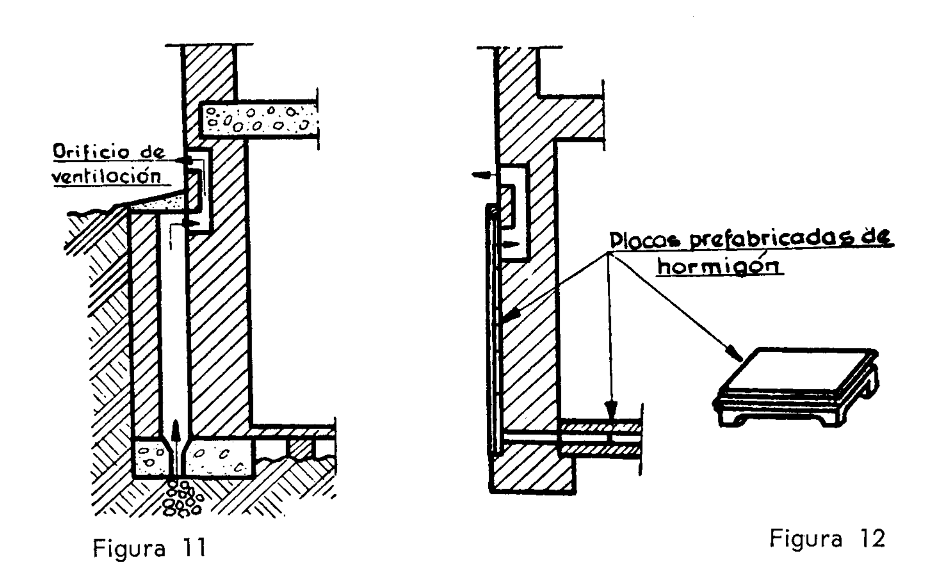
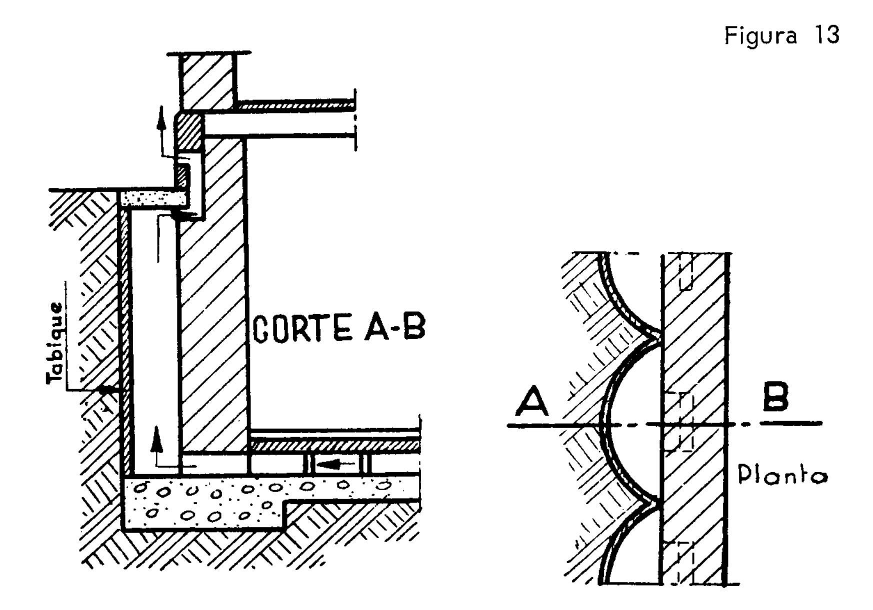


Figura 11

Figura 12

Figura 13



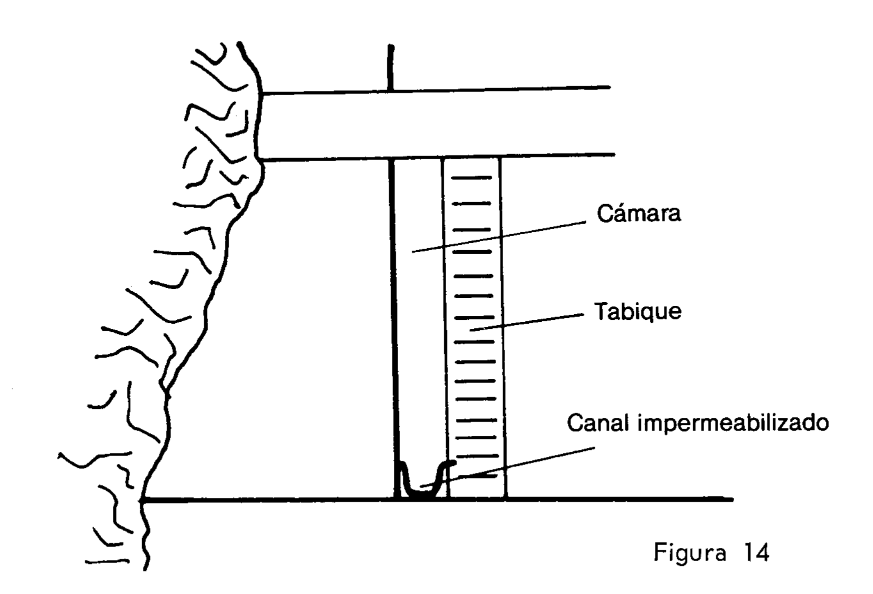


Figura 14

cia a la corrosión subterránea y no existe metal o aleación de poco coste que resista convenientemente. Por lo que hay que recurrir a técnicas especiales de protección:

— Embebiendo en un hormigón impermeable.
— Con revestimientos especiales que nunca serán tan eficaces como para la protección atmosférica; se eligirán preferentemente revestimientos bituminosos.
— Por protección catódica, que consiste en conectar una corriente continua al tubo que se desea proteger, por una parte, y a una toma de tierra, por otra, con lo que se evitan las corrientes electrolíticas.

Los mismos procedimientos pueden emplearse en la protección de tuberías en balastros corrosivos (escorias de mala calidad) o en hormigones atravesados por corrientes parásitas.

La acción de las aguas subterráneas sobre piedra, ladrillos u hormigones tienen por causas, ante todo, la presencia de sulfatos solubles (principalmente sulfatos de magnesio, calcio, sodio o potasio) que producen ligeras eflorescencias en los ladrillos de calidad normal y en los hormigones compactos o de cemento sulfo-resistentes. Esta acción de los sulfatos es particularmente patente en los suelos arcillosos o ácidos, o en la capa

acuosa en contacto con las rocas sulfatadas o desagües industriales sulfurosos. La vegetación favorece la acción de estos sulfatos al aumentar la acidez.

Las aguas subterráneas pueden ir cargadas de productos ácidos susceptibles de atacar el hormigón, especialmente en ciertas zonas industriales. Desde luego el hormigón de cemento Portland es atacado por gran número de aguas subterráneas, llamadas agresivas, que no solamente son aguas ácidas propiamente dichas, sino también aguas dulces, aguas de torbera, aguas procedentes de nieve o hielo fundido, aguas selenitosas, aguas magnésicas, etc. En todos estos casos conviene utilizar en el hormigón cementos especiales, aluminosos, etc.

III. Humedad atmosférica

La mayor parte de un edificio, toda la que se eleva por encima del suelo, se halla en contacto íntimo con la atmósfera. Esta contiene una cantidad variable de humedad en forma de vapor de agua, dependiente del clima, de las estaciones del año y del tiempo distinto en el transcurso de los días o de las horas.

Esta humedad se comunica a los materiales más o menos porosos que componen los muros exteriores y cubierta del edificio, tratando de establecer constantemente un equilibrio higrométrico. Así, en días húmedos y durante las lluvias y nevadas, la humedad de la atmósfera penetraría en los poros de las piedras, ladrillos y morteros, hasta saturarlos de agua. Contrariamente, en días secos y de sol, la atmósfera absorberá la humedad contenida en los muros produciendo su evaporación.

HUMEDAD INFILTRADA Y DE CONDENSACION

No sólo se produce humedad en el interior de las casas por infiltración de la exterior de la atmósfera. También la procedente de la atmósfera interior puede condensarse en los paramentos interiores de los muros exteriores o de los techos, y resulta a veces difícil dictaminar si la humedad se debe a una u otra causa. Salvo casos excepcionales, puede decirse que la humedad debida a condensaciones suele producirse antes de llover o después de lluvias muy ligeras, sobre todo en cambios de tiempo de un frío fuerte en templado y húmedo, mientras que la debida a infiltraciones sólo ocurre después de fuertes lluvias y se manifiesta más pronunciada en las partes altas de la casa, menos en los sitios protegidos por aleros y

cornisas. Estas humedades suelen ser difíciles de eliminar, mientras que las primeras desaparecen rápidamente con buena ventilación.

La humedad infiltrada se acrecienta con las precipitaciones que en forma de lluvia, granizo y nieve, ayudadas por el viento, penetran profundamente en los poros de los materiales en donde produce las lesiones y defectos característicos de la humedad.

Efectos

Estos efectos perniciosos pueden resumirse en los siguientes: infiltración general a través de muros y cubierta, con formación de goteras, hasta hacer la casa inhabitable; formación de manchas de humedad y de eflorescencias; desconchamiento en ladrillos y morteros debidos a heladas, criptoflorescencias y otras acciones químicas; putrefacción de maderas, corrosiones y oxidación de metales, etc.

INFILTRACION GENERAL

La infiltración general a través de las paredes puede producirse en manchas de menor o mayor extensión, o afectar a toda la casa y ser tan intensa que ésta resulte prácticamente inhabitable.

La humedad de la atmósfera y, en mayor cuantía, la lluvia impulsada por el viento, penetra a través de los poros de los materiales o a través de grietas capilares de diversa procedencia, generalmente causadas por falta de adherencia entre los diversos elementos de la obra o por la contracción del mortero después de su fraguado, al secarse. La porosidad de los materiales más bien una ventaja que un inconveniente, ya que el agua que penetra durante la lluvia en los poros, en lugar de deslizarse por la pared, es eliminada después por evaporación. En cambio, las grietas son las verdaderas fuentes de humedades que hay que evitar a toda costa, sobre todo en aquellos paramentos que presenten una superficie impermeable. Por ella se escurre el agua de lluvia hasta encontrar alguna grieta por la que pueda penetrar. Una vez dentro de la pared, la superficie exterior impermeable impedirá la eliminación de la humedad por evaporación y el agua contenida en los poros del muro irá aumentando con lluvias sucesivas hasta que aparezcan en el paramento interior las terribles manchas de la humedad.

Vemos, pues, que un revestimiento impermeable de los muros exteriores no suele resolver la cuestión de las infiltraciones, si no se consigue,

al mismo tiempo, evitar en absoluto las grietas capilares, cosa muy difícil de conseguir.

MATERIALES HIGROSCOPICOS

Además de la porosidad y de las grietas son causa de humedades los materiales higroscópicos empleados en la construcción de las paredes. Estos materiales tienen la propiedad de absorber la humedad y de conservarla, impidiendo libre evaporación a través de los poros. Consisten principalmente en sales, como las contenidas en el agua del mar o en su arena, no debiéndose emplear ninguna de las dos en las obras, salvo la arena si se lava bien.

El peligro de estos materiales consiste en que, al absorber la humedad atmosférica, se disuelven y en esta forma se extiende y propaga al resto de las fábricas la causa absorbente. Así, si se emplea arena de mar en los revocos, lo más probable será que la sal contenida en ella se propague a la fábrica, de donde será muy difícil de eliminar.

EFLORESCENCIAS

Una de las principales consecuencias de la higroscopicidad recibe el nombre de eflorescencias. Son unas manchas, generalmente blancas, que aparecen frecuentemente en las superficies de los muros, tanto en los de piedra como en los de fábrica de ladrillo y en los revoques y enlucidos (Fig. 15).

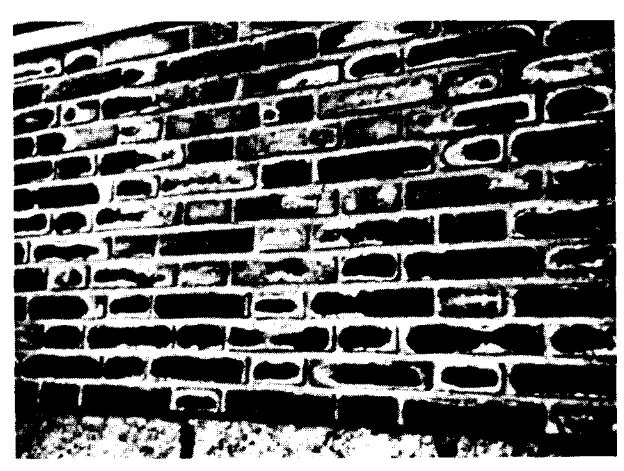


Figura 15

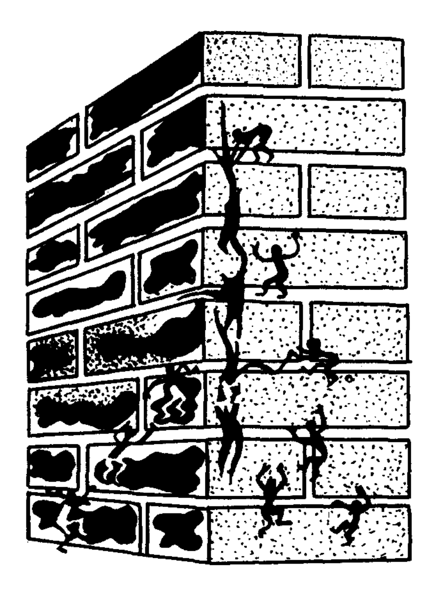


Figura 16



Figura 17

Son causas de estas manchas las sales solubles que contienen los materiales del muro o el terreno cercano y la presencia de humedad. El agua disuelve dichas sales y las arrastra consigo a través del muro. Al llegar a la superficie, el agua se evapora dejando como residuo las sales recristalizadas (Fig. 16). Estas son en su mayoría nitratos y sulfatos alcalinos y de magnesio y, menos frecuentemente, carbonatos. Si entre ellas existen sales de hierro, las manchas aparecerán coloreadas con tono amarillento. Si el agua contiene sustancias orgánicas procedentes, por ejemplo de cuadras o establos, la recristalización produce el salitre (nitrato de sodio o de potasio) que no es más que un caso particular de las «eflorescencias» (Fig. 17).

Más que la naturaleza de las sales conviene averiguar la procedencia de las mismas y la del agua que las disuelve y recristaliza en forma de eflorescencias.

Las sales pueden provenir de los materiales empleados, del suelo inmediato al muro y de contaminación atmosférica o del agua del mar.

La humedad puede proceder del suelo, a través de la cimentación; del agua empleada en la construcción; de reventones de canalones de desagüe y cañerías; de pendientes insuficientes o mal dirigidas en los elementos de relieve.

Ensayos

Para determinar si los materiales contienen sales eflorescentes pueden realizarse los ensayos previos siguientes:

Ladrillos o piedras

Se impregna por completo la pieza de ensayo de agua pura, mejor destilada, colocándola verticalmente en un recipiente plano en forma de platillo que se llena de agua hasta una altura de 10 a 15 milímetros y se renueva hasta que la pieza esté totalmente impregnada. Si el ladrillo o la piedra contienen sales solubles, aparecerán eflorescencias blancas en la superficie de los mismos (Fig. 18).

Aglomerantes

El aglomerante, amasado con agua pura hasta adquirir consistencia de pasta fluida, se vierte en un vaso poroso de tierra cocida. Este vaso se coloca en un recipiente plano, lleno de agua, al igual que en el ensayo anterior. Si contiene sales solubles, la disolución originada ascenderá por capilaridad por las paredes del vaso y las eflorescencias coronarán su

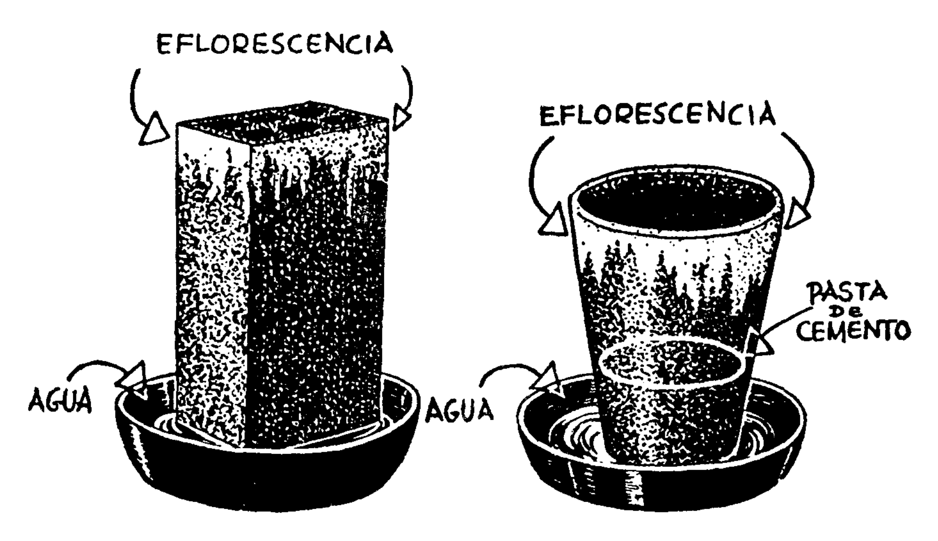


Figura 18

Figura 19

borde. Si éstas son muy tenues o sólo aparece un ligero velo blanco, el aglomerante puede utilizarse tranquilamente (Fig. 19).

Determinación de la procedencia del agua

Si ésta proviene del suelo, las eflorescencias que provoca aparecen cerca del suelo con mayor intensidad, siendo más débiles a mayor altura hasta donde llegue la humedad del suelo (Fig. 20).

Si el agua causante de las eflorescencias es la empleada en la construcción, las manchas sólo se producirán cuando la obra tarde en secarse, como por ejemplo en las llevadas a cabo en inviernos lluviosos: las manchas suelen presentarse en la primavera siguiente.

Cuando los orígenes del agua son reventones de canalones y cañerías, la misma situación de las eflorescencias revelará el lugar de penetración de la humedad, lo mismo cuando los causantes son cornisas y elementos arquitectónicos mal perfilados (Fig. 21).

Remedios

En primer lugar se limpia la superficie en seco con cepillo. Si el diagnóstico ha determinado que la humedad sólo proviene del agua empleada en la obra, basta volver a cepillar cada vez que reaparecen las eflorescencias. Estas desaparecerán totalmente cuando toda el agua se haya evaporado.

Si las humedades tienen otros orígenes deberán eliminarse éstos. Un muro que no esté saturado de humedad puede impregnarse de ácido clorhídrico: éste penetrará en los poros, reaccionará con la cal y formará cloruro cálcico que efloresce y tapona los poros e impide el paso y la formación de nuevas eflorescencias.

Prevenciones

Se evitará la formación de eflorescencias si se tienen las prevenciones siguientes:

a) Evitar el empleo de materiales con alto contenido de sales solubles. Se realizarán los ensayos descritos al escoger los materiales, ensayos que tienen capital importancia en las fábricas de ladrillo. En los aglomerantes puede adicionarse cloruro cálcico durante el amasado (1 kg por cada 50 de cemento o de cal) que absorbe la humedad y forma sulfato cálcico, menos soluble que los sulfatos alcalinos.

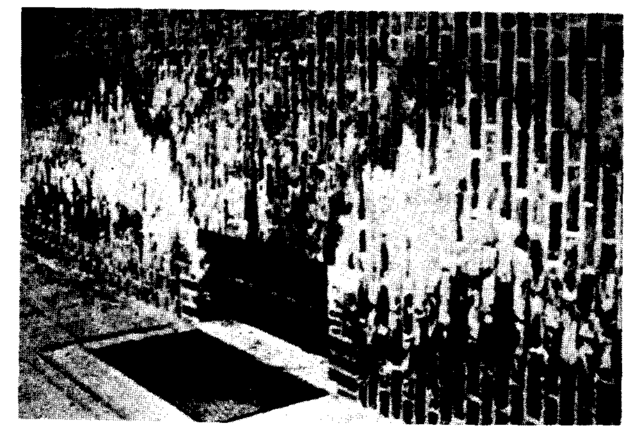


Figura 20

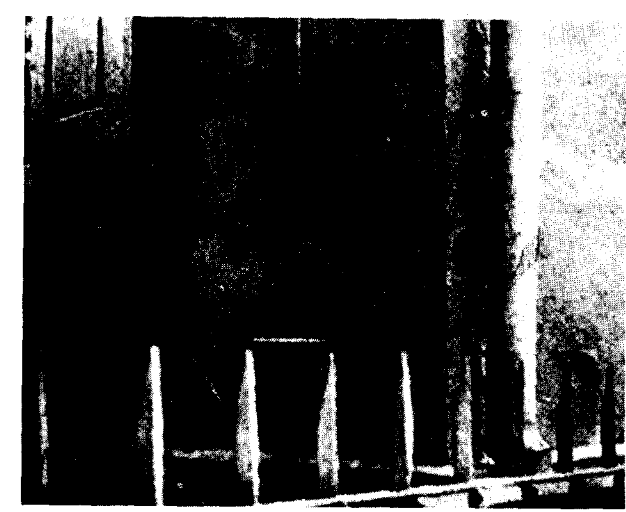


Figura 21

b) Evitar la penetración de humedades en los muros mediante un proyecto apropiado y el empleo de aislantes eficaces.

c) Evitar el uso de ladrillos porosos en contacto con piedra caliza, porque favorece la contaminación atmosférica como origen de las sales.

e) Evitar un mojado excesivo de los materiales durante la construcción.

f) Prever una aireación conveniente que evite la condensación del vapor de agua en las paredes de los cuartos de baño, cocinas, etc. (Para evitar eflorescencias en los interiores).

CRIPTOFLORESCENCIAS

Los defectos debido a las criptoflorescencias, que son otra de las consecuencias del empleo de materiales higroscópicos, consisten en desconchamientos de la superficie de las piedras; degradación de la parte vista de algunos ladrillos (Fig. 22) y, en las obras revestidas, en el desprendimiento parcial o total de éste.

Se conocerá que los anteriores defectos son debidos a criptoflorescencias, en que las partes dañadas son siempre superficiales. Desprendiendo la piedra desmoronada hasta llegar a la parte que permanece firme, se encontrarán vestigios de sales en forma de eflorescencias. Igualmente aparecerán eflorescencias debajo del revestimiento desprendido (Fig. 23). En cuanto a las fábricas de ladrillo visto, la degradación es también superficial, a veces en algún que otro ladrillo, y otras, en extensiones continuas más o menos grandes.

Las criptoflorescencias son debidas a las mismas causas que las eflorescencias con la diferencia de que la recristalización de las sales disueltas tiene lugar en el interior de la obra afectada y no en su superficie, en la que nada se nota hasta producirse su destrucción.

Remedios. Piedra

Hay que desprender completamente la parte desconchada y lavar bien la superficie nueva con agua clara y cepillarla varias veces. Luego se labran una serie de ranuras de anclaje y se rellena el hueco con mortero formado por una parte y media de Portland con tres partes de cal grasa o hidráulica y doce partes de arena. No conviene aumentar más la proporción de Portland porque este introduciría nuevamente sales solubles en la piedra. Si la parte afectada es bastante profunda, se mezclan al mortero pedazos de piedra previamente limpiados. Pueden añadirse al mortero colorantes para mejor imitar el color de las demás piedras (Fig. 24).

Si la piedra afectada es pequeña puede arrancarse del todo y sustituirse por otra nueva de la misma cantera. El mortero para las juntas bastará que tenga la proporción 1:3:12.

Ladrillo (Fig. 25)

Se pican los ladrillos dañados y se sustituyen por trozos de otros bien cocidos cuyo contenido en sales haya sido examinado previamente (ver epígrafe eflorescencias, diagnóstico). Si toda la superficie está atacada,

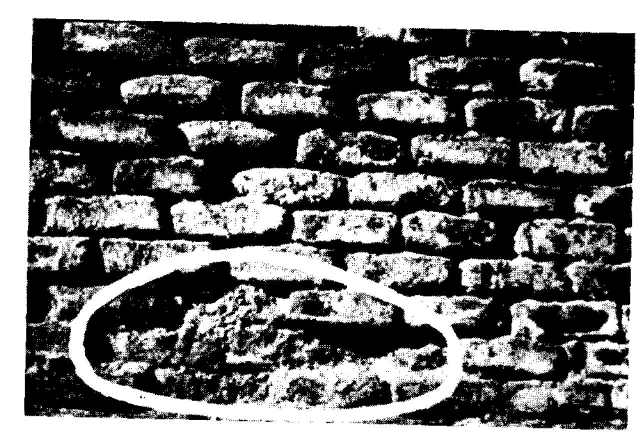


Figura 22



Figura 23

el único remedio es enfoscarla, cuidando de picar antes ranuras en el muro para asegurar la adherencia del revestimiento.

Revestimientos

Se pican todas las zonas afectadas y se limpia minuciosamente el muro de escombros y polvo y se reviste nuevamente con mortero de cemento impermeable.

Ranuras profundas.
Vista de la piedra disgregada.
Reparación con mortero.
Sección de la parte a reparar.
Tejido metalico
Estribos de acero.
Taco
Taco
Cemento colocado mortero en tres capas.
Cornisa disgregada
Reparación de una cornisa

Figura 24

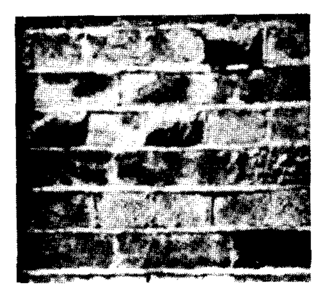


Figura 25

Prevención

Puede evitarse la ulterior formación de criptoflorescencias utilizando buenos materiales y aislando la obra de posibles penetraciones de humedades. Vale todo lo dicho en el capítulo de eflorescencias, debiéndose tener particular cuidado en no emplear morteros demasiado fuertes, pues contienen muchas sales solubles que al penetrar en los poros de los ladrillos o de las piedras dan lugar a formación de criptoflorescencias.

Debe procurarse que la densidad del mortero sea equivalente a la del material empleado en la obra. Para piedras de regular consistencia, lo mejor es emplear un mortero compuesto de una parte de Portland por tres de cal grasa y doce de arena. Para fábricas de ladrillo, el mortero preferible será una parte de Portland por dos de cal grasa y nueve de arena.

La arena preferible para el mortero, es la de piedra triturada; pero puede emplearse sin miedo la de río, bien lavada, y la de mar, también bien lavada, cuyo contenido en sales no influye apenas, pues suele ser menor que el del cemento.

LESIONES PRODUCIDAS POR SULFATOS

Sin llegar a la formación de eflorescencias y criptoflorescencias, las sales higroscópicas pueden producir otras lesiones. Así, los defectos producidos por los sulfatos adquieren los aspectos siguiente:

En las fábricas de ladrillo sin enfoscar, deformaciones y grietas en el paramento, debidas a la dilatación del mortero (Figs. 26 a 30), rotura de los bordes de los ladrillos (Fig. 31), deterioro superficial del mortero, como la causada por las heladas, que luego continúa ocasionando una laminación de las juntas (Fig. 32) y, por último, grietas en el paramento (Figura 33).

En muros enfoscados, acentuación de las grietas producidas por la contracción del enfoscado al secarse y formación de grietas horizontales a lo largo de las juntas (Fig. 34), grandes grietas horizontales y verticales en el enfoscado, apareciendo en algunos un abarquillamiento (Fig. 35), desconchaduras y desprendimientos del enfoscado, apareciendo generalmente eflorescencias blancas en la superficie de los ladrillos expuestos (Fig. 36).

En los fustes de chimeneas, el ataque de los sulfatos puede producir un encorvamiento gradual, observándose grietas horizontales que corresponden a las juntas de la fábrica (Fig. 37).

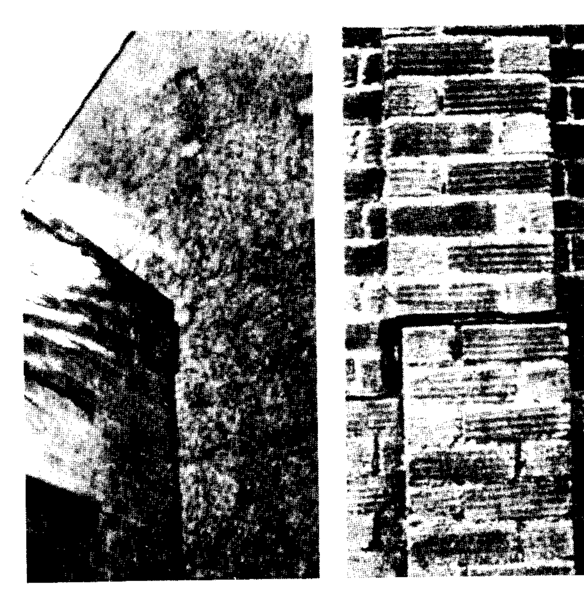


Figura 26

Figura 27

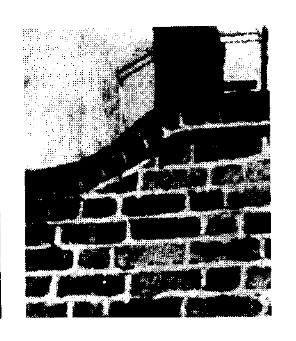


Figura 28

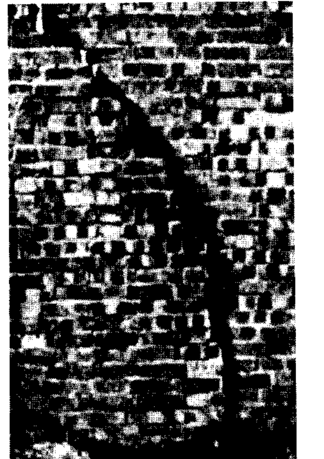


Figura 29

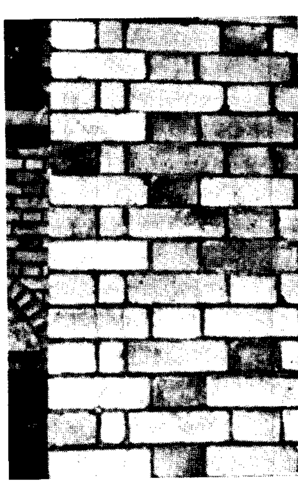


Figura 30



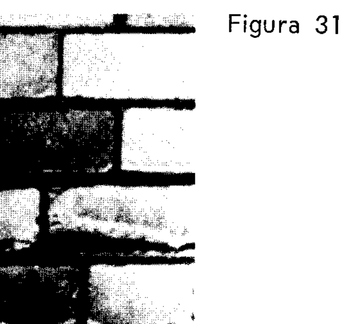


Figura 31

Figura 32



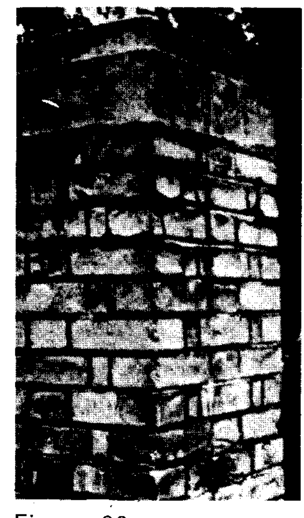


Figura 33

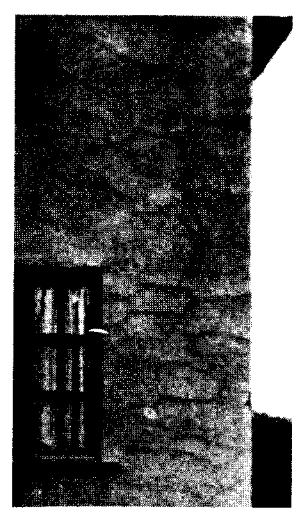


Figura 34



Figura 35



Figura 36

Figura 37



El examen atento de los efectos descritos es, por lo general, suficiente para evidenciar que son debidos al ataque de los sulfatos, a los morteros y enfoscados. Se diferencian principalmente de las criptoflorescencias en que éstas suelen formarse en los poros de los ladrillos y piedras, cercanos a la superficie, y aquéllos actúan únicamente en los morteros, sin aparición de eflorescencias. En caso de duda se analiza químicamente una muestra del mortero dañado.

Causas

Esas lesiones se deben a la acción química entre los sulfatos contenidos en la fábrica y los aluminatos que contiene el cemento Portland o las cales hidráulicas empleadas en el mortero y enfoscados, de la que resulta un nuevo compuesto que causa un incremento de volumen. Dicha acción es más rápida en presencia de humedades.

Los sulfatos pueden estar contenidos en los ladrillos, especialmente en los poco cocidos y en las piedras. Pueden provenir también del suelo, disueltos en agua que sube por capilaridad, o estar contenidos en la atmósfera o en el agua de mar, los que contaminarían la fábrica.

Las lesiones citadas se manifiestan con mayor frecuencia en chimeneas, tapias, muros de contención, fábricas cubiertas con un enfoscado denso de cemento en el que se hayan producido grietas de retracción y en las inmediaciones de los bajantes de agua de lluvia de los muros.

Remedios

Si las lesiones de los sulfatos se descubren al principio de producirse, se evitará su extensión eliminando las fuentes de humedad; se rejuntará o enfoscará de nuevo la parte afectada después de quitar todo enfoscado o mortero que no quedara bien adherido a la fábrica.

Los fustes de chimenea encorvados no pueden enderezarse; no hay más remedio que desmontarlos y volverlos a construir. Como la humedad que facilita la formación de los sulfatos suele provenir en estos casos del agua de condensación en las campanas de las chimeneas, ésta se reduce aislando los conductos de humo o disponiendo ventiladores que fuercen el tiro.

Prevenciones

En primer lugar debe evitarse en lo posible la formación de humedades. En todas las partes de obra en que deben esperarse humedades anor-

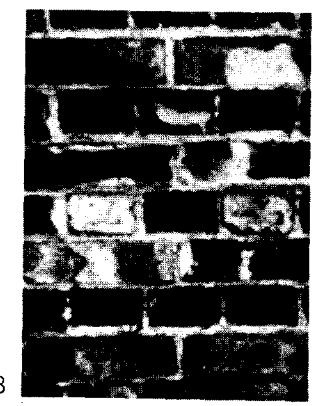


Figura 38

males (muros de contención, pozos registros, sótanos, etc.), sólo deben emplearse ladrillos de bajo contenido en sulfatos (muy cocidos). Las fábricas expuestas a las salpicaduras del agua de mar deben construirse con ladrillos densos y mortero de cemento. No añadir nunca yeso a los morteros que contengan cemento Portland o cales hidráulicas (como hacen algunos constructores para variar la duración del fraguado). No aplicar revestimientos ricos en cemento o ladrillos que contengan alta proporción de sulfatos, ya que en ellos se forman fácilmente grietas de retracción, por las que puede penetrar el agua. Las subidas de humos en las chimeneas domésticas, de combustibles sólidos, se construirán aisladas de los tabiques o muros que forman el fuste de la chimenea.

LESIONES DEBIDAS A LA ACCION DE LAS HELADAS

Las lesiones producidas por las heladas pueden presentar las siguientes formas: pulverización de la superficie de ladrillos o piedras blandas; desmoronamiento de la superficie de las juntas; desconchados en ladrillos o piedras; desplazamientos del mortero del enfoscado o del rejuntado, si es más resistente que el empleado en la construcción (Fig. 38).

Siendo las lesiones tan parecidas a las producidas por cliptoflorescencias, habrá que diagnosticar por la eliminación de éstas y por deducción de observaciones del clima.

Sólo en las construcciones empapadas en agua podrán provocar las heladas las lesiones reseñadas, por el aumento de volumen del agua al helarse. Por lo tanto, en los sitios muy húmedos deberán emplearse sólo materiales de resistencia adecuada.

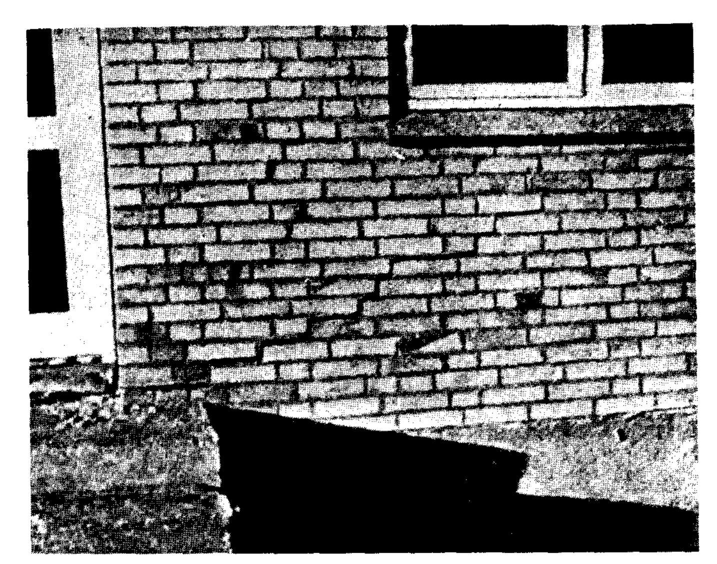


Figura 39

También las grietas de asiento pueden tener como causa la acción de las heladas, como se desprende de los ejemplos siguientes:

Figura 39. — Esta grieta apareció antes de entregarse la obra. Pero aunque tiene arreglo, siempre quedará visible en este muro de ladrillo visto. Su causa material son las heladas, pero en realidad es la imprevisión del constructor.

La zanja fue excavada antes del invierno y permaneció abierta durante los días fríos sin ninguna clase de protección. Por lo que el hielo pudo penetrar profundamente en el terreno. Los albañiles iniciaron la obra al presentarse el buen tiempo, pero el suelo aún estaba helado debajo de la cimentación. Cuando se desheló, disminuyó, naturalmente, de volumen y el muro le siguió como pudo.

Figura 40. — Esta obra estaba terminada en crudo antes del invierno. Las heladas atacaron directamente el mortero todavía húmedo. Pero la grieta podía haber sido evitada con simplemente cerrar el edificio, o colocando los vidrios en las ventanas, o tapando los huecos provisionalmente con placas Tablex o productos similares.

Figura 41. — También esta grieta espectacular es debida a un asiento de la cimentación, construida en una zanja helada por falta de precauciones.

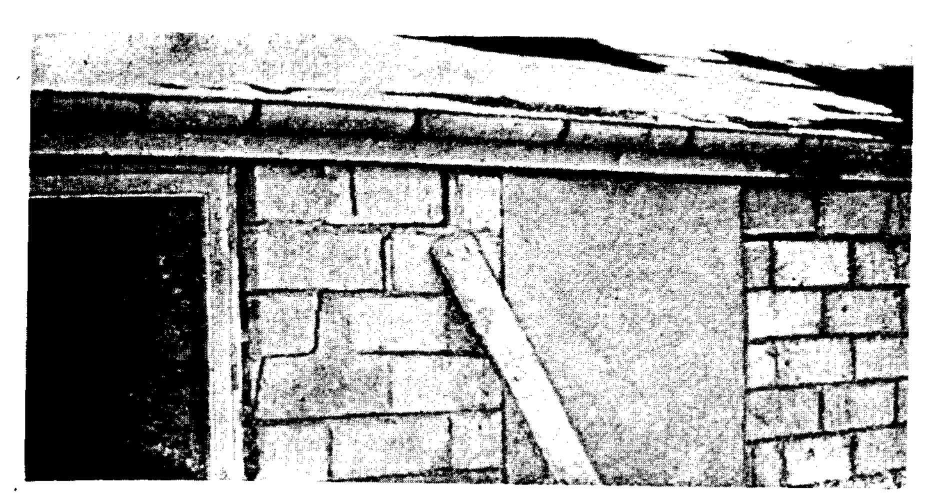


Figura 40

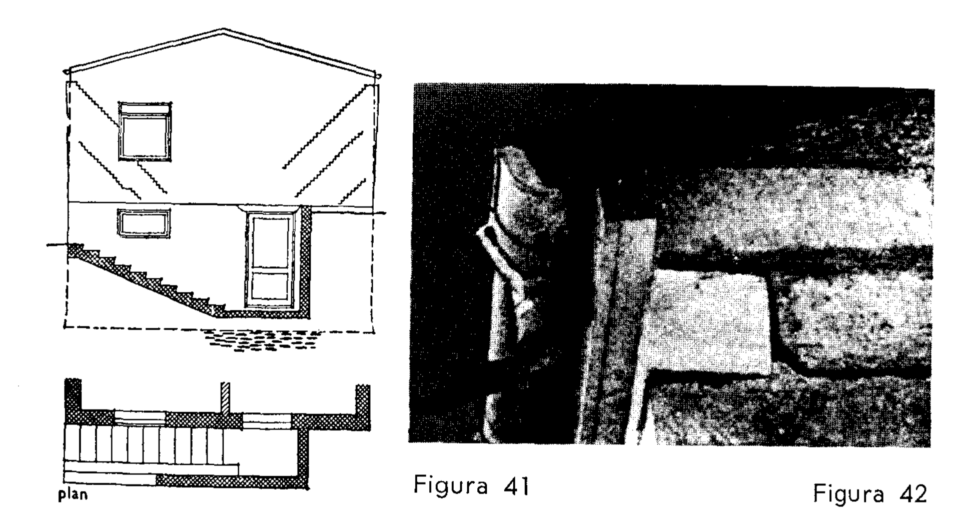


Figura 41

Figura 42

Figura 42. — Estas grietas en la pared del sótano de un chalet también son consecuencia de las heladas. La obra quedó interrumpida durante los días más fríos del invierno, dejándose abierta a la intemperie. Además, en este caso, al hacerse los cimientos se cortó un tubo de drenaje que atravesaba el terreno y se abandonó cortado sin precauciones por las posibles consecuencias. Estas no tardaron en revelarse: el suelo quedó expuesto a un aumento de humedad y a un mayor volumen de hielo.

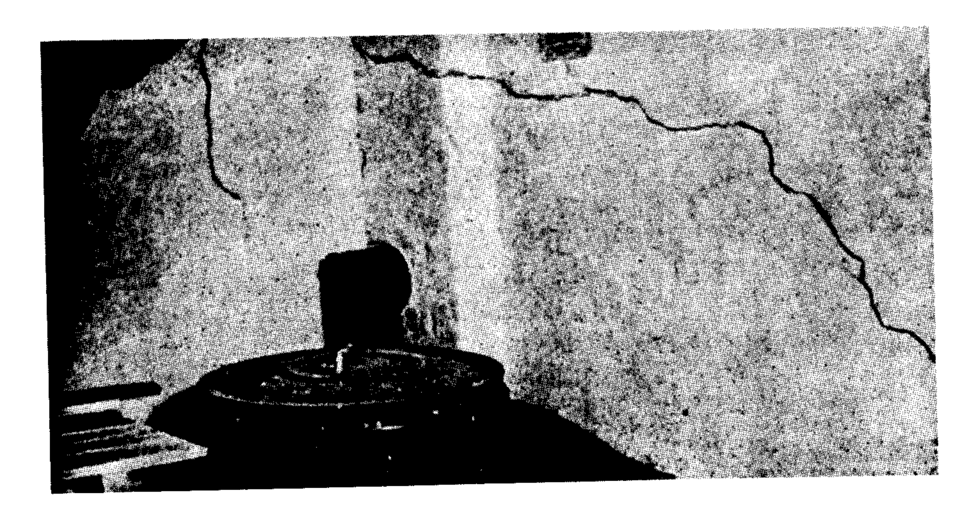


Figura 43

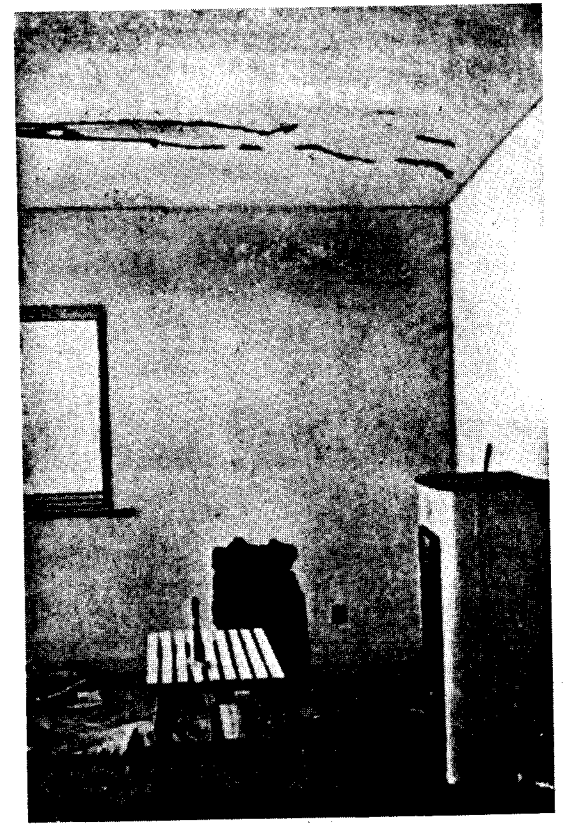




Figura 44

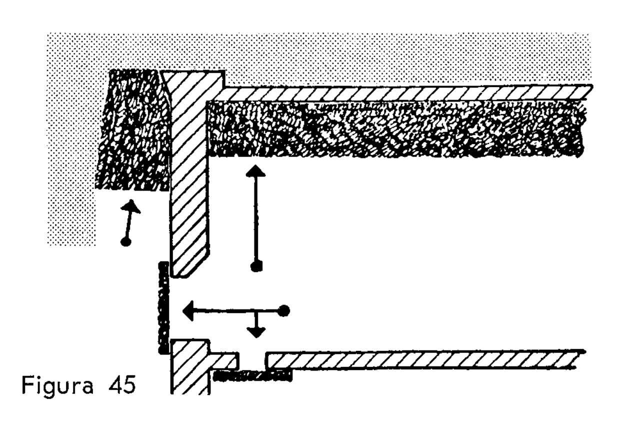


Figura 45

Figura 43. — En esta casa de planta baja y sótanos aparecieron grietas inclinadas a 45 grados, de primera intención inexplicables. Una investigación más a fondo reveló que el acceso exterior a los sótanos, por medio de una escalera en zanja, había abierto el camino al frío y provocado la formación de hielo en el punto menos protegido debajo de la cimentación. Se produjo el lógico aumento de volumen que alzó la parte central de los muros piñones y se manifestó en las grietas inclinadas.

Figura 44. — En una casa de pisos acabada de estrenar se agrietó un techo y se desprendió parte del cielo raso. Los habitantes acusaban de los desperfectos a los inquilinos del piso superior, pero el experto consultado descubrió las causas verdaderas: las grietas del techo no eran más que la prolongación de las que habían aparecido en los muros y que el origen de todas era la poca profundidad de las cimentaciones, afectadas primero por las heladas y, posteriormente, por el deshielo.

Figura 45. — Todo lo reseñado aconseja tomar las precauciones siguientes:

Si las excavaciones para los cimientos de un edifcio se efectúan antes del período del frío y los trabajos de albañilería esperan a que termine éste para comenzar, conviene un apisonado previo del fondo de las zanjas en evitación de hundimientos en el período del deshielo.

Si ya se han vertido los cimientos en las zanjas y se han elevado los muros de los sótanos deberá protegerse la obra efectuada contra los fríos excesivos bien tapando los huecos, bien cubriendo lo ejecutado con paja, sobre todo las zanjas exteriores que queden al descubierto.

Nunca deberá protegerse la obra ejecutada por medio de montones de tierra, susceptibles de helarse a su vez, sino mediante paja, ramas, sacos u otros materiales sencillos.

Remedios

Si la lesión producida por la helada se extiende por toda la fábrica, habrá que rehacer ésta. Si sólo son pocos ladrillos o piedras los afectados, bastará sustituir éstos por otros sanos y rejuntar de nuevo las juntas afectadas.

Prevenciones

La mejor prevención consistirá en aislar bien la construcción de las humedades, por lo que en aquellas partes expuestas inevitablemente a la humedad deberán emplearse materiales de alta resistencia.

Debe también tenerse en cuenta las consecuencias de las heladas en las obras en ejecución. Además de las citadas con anterioridad, son especialmente graves las heladas en los hormigones, ya que impiden su fraguado. Deberá por tanto evitarse hormigonar cuando se prevean bajas temperaturas, o bien tomar precauciones para evitar sus consecuencias, ya sea protegiendo el hormigón, ya sea agregándole aditivos anticongelantes durante el amasado, o mejor con ambas precauciones simultáneamente. Téngase en cuenta que el descenso de la temperatura del hormigón no sólo es debida a la temperatura ambiente muy baja, sino también al enfriamiento que le produce el aire, de aquí la necesidad de una buena protección con plásticos, serrín u otro material aislante, o simplemente arena.

LESIONES DEBIDAS A LA CORROSION DEL HIERRO Y DEL ACERO

El teñido amarillento o rojizo característico de la herrumbe es una de las principales lesiones que producen el hierro y el acero embebidos en una construcción. Además producen el ensanchamiento de las juntas de los ladrillos o el agrietamiento, tanto en ladrillos como en hormigones, en las inmediaciones de las zonas en donde están embebidos. La corrosión del metal puede causar la destrucción parcial o incluso total de la fábrica de ladrillo o del hormigón.

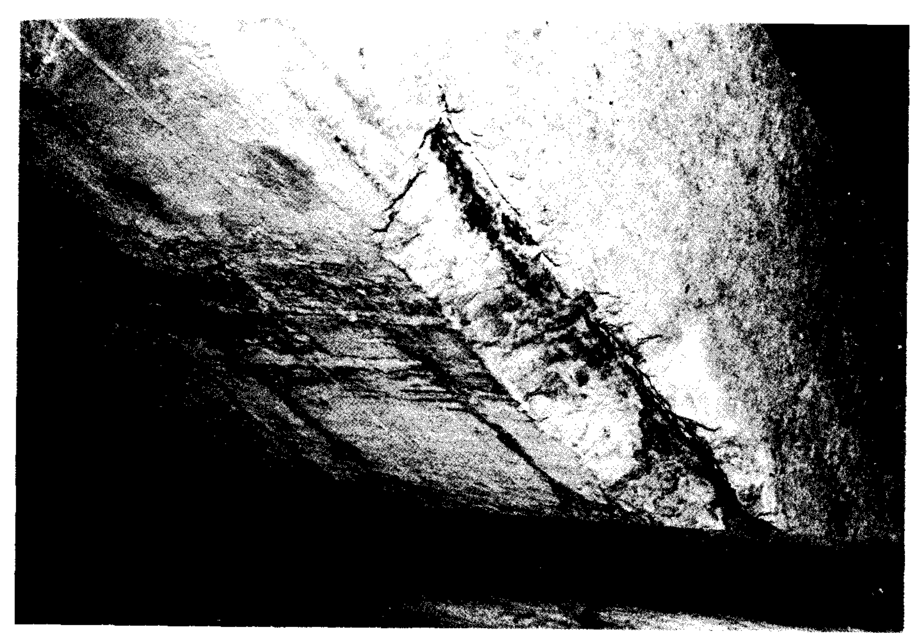


Figura 46

Las manchas de color de herrumbe revelan a las claras las causas de la lesión. Si el ensanchamiento de juntas y roturas de ladrillos no van acompañadas de teñido de herrumbe, pueden confundirse con lesiones debidas a otras causas. Bastará poner de manifiesto la pieza embebida y ver si ésta está corroída, para determinar si es la causante de la lesión (Figs. 46 y 47).

Causas

La humedad de la fábrica y la del aire, simplemente, provocan la corrosión del acero y del hierro no protegidos, acelerándose la corrosión con la presencia de ácidos, sulfatos y cloruros que suele contener el aire de las zonas industriales. Las posibilidades de corrosión se incrementan cuando en el hormigón han quedado zonas porosas o con coqueras, por defectos del vibrado o cuando las varillas quedan a poca profundidad. La corrosión provoca un aumento de volumen del hierro y el consiguiente agrietamiento de la obra.



Figura 47

Remedios

Se pondrá al descubierto la pieza de acero o hierro corroída; se limpiará y pintará con anticorrosivo, seguido de una mano de pintura bituminosa y se recubrirá con una densa capa de mortero, de, al menos, dos centímetros. Finalmente se reconstruye la parte de fábrica destruida.

Cuando la corrosión y expansión es insistente y motivada por anclajes de hierro o acero embebidos en el ladrillo, puede detenerse con un nuevo rejuntado.

El problema principal en este tipo de reparaciones es la adherencia entre el mortero de reparación y la obra antigua. Esto puede subsanarse utilizando aditivos a base de resinas especiales en el amasado de los morteros y como imprimación previa de la zona afectada.

Existen en el mercado morteros remezclados, de gran poder adherente y contracción prácticamente nula, que pueden utilizarse para reparaciones. Suelen constar de dos componentes: áridos y aglomerante por una parte y resina y agua por otra, en envases listos para su mezcla, lo que evita errores de dosificación.

También se utilizan morteros de resinas epoxi para estas reparaciones. Estas resinas permiten además el tratamiento de grietas profundas mediante sistemas de inyección.

En cualquier caso, y dada la complejidad de estos materiales, es atenerse muy estrictamente a las instrucciones de los fabricantes a la hora de utilizarlos y, si el trabajo es de cierta envergadura o muy delicado, recurrir a empresas especializadas.

Prevenciones

Todo acero o hierro que deba embeberse en una fábrica de ladrillo deberá recubrirse totalmente con una capa de mortero denso, como por ejemplo un compuesto de una parte de cemento Portland por tres de arena.

Los hierros parcialmente embebidos deberán rodearse, al entrar en el ladrillo, de una mezcla bituminosa.

En los hormigones se cuidará que el vibrado sea suficiente y uniforme, añadiendo fluidificantes o plastificantes si fuera preciso. Deberá también prestarse atención a que las varillas queden suficientemente lejos de la superficie para evitar su oxidación por efectos de la humedad exterior.

LESIONES PRODUCIDAS POR MATERIALES DEFECTUOSOS

Pequeños hoyos con módulos de material desmenuzable en sus bases, desplazamientos del mortero rejuntado y desarrollado de hoyos en el mortero más débil (Figs. 48 y 49) en las fábricas de ladrillo, suelen ser

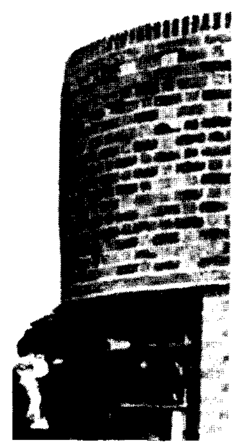


Figura 48

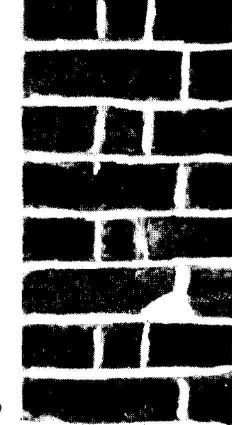


Figura 49

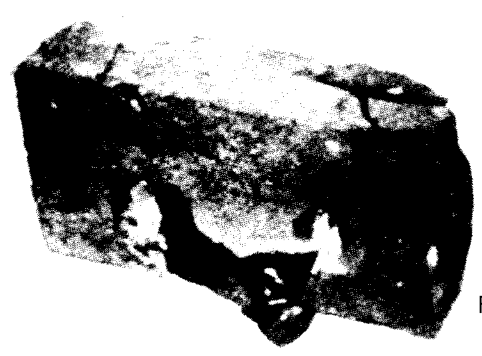


Figura 50

lesiones debidas al empleo de materiales inestables en las condiciones de trabajo.

Otras lesiones del mismo género, son expansiones generales del mortero, con la consiguiente deformación y rotura de la fábrica, acompañada de una desintegración del mortero y ladrillos reventados porque contienen módulos de cal (Fig. 50).

Son lesiones parecidas a las producidas por los sulfatos, sin su característica laminación del mortero en las juntas. Se deben a cales mal hidratadas (o apagadas) y pueden ponerse de manifiesto con ensayos de laboratorio.

Causas

Las cales mal apagadas suelen contener partículas de cal viva que se hidratan, una vez construida la fábrica produciendo un aumento de volumen; al no poder dilatarse, provocan la destrucción de la fábrica. Análogos efectos suelen producir las cenizas o harinas de clinker mezcladas en los morteros, o las arenas contaminadas.

Remedios

Una vez eliminada la fuente de humedad, se procede a un nuevo rejuntado.

Prevenciones

Emplear cales bien apagadas; limitar las adicionales de cenizas y clinker y preservar el muro de humedades excesivas. Comprobar la limpieza de la arena empleada procediendo, en caso necesario, a su lavado.

MATERIALES INCOMPATIBLES

La humedad es particularmente perniciosa en presencia de materiales incompatibles, cuyo contacto entre sí debe evitarse en toda buena construcción.

Los principales contactos que deben evitarse, son los siguientes:

- — cobre y cinc;
- — cobre y acero galvanizado;
- — aluminio y cobre;
- — aluminio y bronce;
- — cobre o bronce y ciertas gomas vulcanizadas;
- — plomo y algunas aleaciones de aluminio y hormigón o mortero fresco;
- — metales y oxidaciones de magnesio (cemento magnésico, suelos continuos);
- — acero o plomo y haya (y alguna otra madera) húmeda;
- — ciertas piedras o ladrillos entre sí;
- — cemento y agregados impropios (arcillosos, con sales agresivas, etcétera);
- — pintura y soporte alcalino, por ejemplo ciertos revoques de cemento o de cal;
- — asfalto y cal;
- — asfalto y P.V.C.

Muchos defectos son consecuencia de no haberse tenido en cuenta dichas incompatibilidades: algunas superficies presentan eflorescencias porque la pintura contiene sales solubles, otras pinturas atacan los tubos de acero porque se utilizó demasiado cloruro de calcio en su preparación; hormigones y sus armaduras son corroídas por el contacto con gravas o escorias sulfurosas; pintados que se desprenden o se decoloran a causa del limpiado insuficiente del soporte; un enlucido de cemento se desprende de un hormigón porque se le agregó yeso; enlucidos de cal presentan pequeños cráteres con polvo blanco en su fondo porque la caliza empleada en la fabricación de la cal era demasiado rica en magnesia, y sucede lo mismo, sólo que el polvo en el fondo del cráter es pardo, cuando contiene lignito u otro carbón, al ser transportada la cal en vagones que antes contenían dichas sustancias; un enlucido se desprende porque el hormigón que lo lleva contiene escorias con demasiadas cenizas; un hormigón se disgrega porque se utilizó agua azucarada en su fabricación, y las armaduras de otro hormigón se corroen porque en su confec-

ción se utilizó agua de mar o arena de mar mal lavada. Finalmente, es frecuente el caso de terrazas correctamente impermeabilizadas con láminas asfálticas que, pasados unos años, muestran humedades e incluso goteras, por haber efectuado el embaldosado con mortero de cal directamente encima de la impermeabilización.

Es, pues, importantísimo, tener especial cuidado en evitar estos contactos incompatibles.

GOTERAS

La infiltración del agua procedente de la lluvia, nieve o hielo a través de la cubierta del edificio da lugar a las molestas goteras. Estas son siempre evitables si se observan en la construcción de tejados y azoteas las reglas de buena construcción con la máxima escrupulosidad y si se tiene en cuenta todo lo dicho hasta ahora sobre el buen empleo y combinación de materiales.

Más adelante hablaremos de las precauciones particulares a tomar en la construcción de tejados y azoteas para prevenir causas extraordinarias en la formación de goteras, como son fríos intensos y copiosas nevadas. El capítulo 8 trata además de la forma de reparar goteras en las cubiertas.

PRECAUCIONES EN LA CONSTRUCCION DE MUROS

Además de todas las precauciones reseñadas en la descripción de humedades a través de las paredes y lesiones que se producen, trataremos aquí de particularidades a observar en la construcción de los muros en previsión de excesivas humedades, distinguiendo entre los muros macizos, muros huecos y muros con aditivos impermeabilizantes.

MUROS MACIZOS

Una de las precauciones primarias que deben adoptarse en la construcción de un muro cualquiera es la elección adecuada del mortero. Debe éste acomodarse a la índole de las piedras empleadas en la mampostería, o del ladrillo con que se erige la fábrica: mampuestos de granito y ladrillo mecánico, ambos materiales muy densos y nada absorbentes, deberán trabarse con un mortero igualmente denso, pero plástico, con el

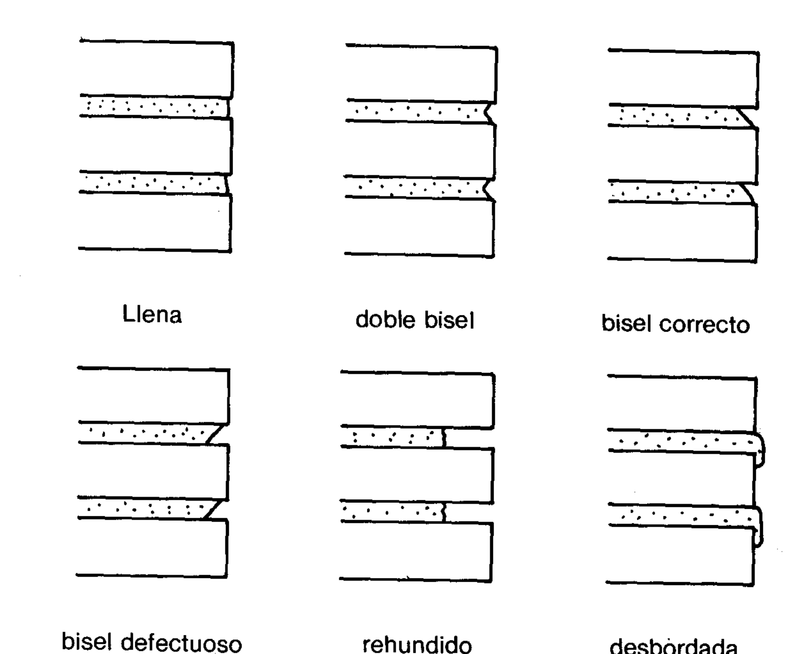


Figura 51

que se rellenen bien las juntas y se retundan con cuidado. Piedras y ladrillos más blandos y porosos requieren un mortero menos graso y dotado de cierto grado de porosidad, como el obtenido con mezclas de cal y cemento. Si no se tiene esta precaución, y por ejemplo, se resiguen con mortero graso las juntas de una fábrica de ladrillo poroso, se incrementarán las infiltraciones, con todas sus perniciosas consecuencias.

REHUNDIDOS

El rehundido de la obra vista se ejecutará siempre con gran esmero, escogiendo bien los componentes del mortero, en especial la arena. También tiene mucha importancia el perfil de la junta. De los representados en la figura 51, el segundo es el más adecuado para evitar la penetración de humedades, ya que por su superficie inclinada se escurre bien el agua de lluvia, evitándose las salpicaduras que perjudican especialmente los perfiles tercero y quinto.

El empleo de ladrillos geros, habitual hoy en las fachadas de obra vista, exige prestar aún mayor atención a los rehundidos. La disposición de los

huecos en los geros facilita la penetración de agua, si el rejuntado no ha sido realizado correctamente.

REVOCOS

El revoco, enfoscado, enlucido o estucado constituyen los revestimientos más usados para evitar infiltraciones de la humedad. Ya hemos mencionado anteriormente los peligros más importantes a que está expuesto todo revoco: la falta de adherencia y el agrietamiento. Cuando estos defectos se presentan, la protección del revoco contra lluvias es nulo e incluso más perjudicial que si no estuviera, por dificultar la evaporación del agua penetrada durante la lluvia, sobre todo si el revoco es impermeable (Fig. 52).

Un mortero muy resistente, pero poco adherente, presentará grandes grietas, separadas unas de otras. En cambio, un mortero de menos resistencia, pero muy adherido a la pared, o no se agrieta o da muchas grietas muy próximas entre sí.

Buenos morteros «atenuados» que han dado casi siempre revocos prácticamente inagrietables, en un país precisamente tan húmedo como Inglaterra, tienen una composición de una parte en volumen de cemento Portland, por tres aproximadamente de cal y diez a doce de arena limpia y de grano adecuado no demasiado (pequeño e igual). En Alemania y Suiza, países también muy húmedos, suelen efectuar el revoco en dos capas, procurando que en la composición del mortero de la segunda entre grano más grueso y su superficie resulte algo porosa.

Para evitar las grietas en los revocos impermeables (de cemento), se recomienda su extensión en paneles, con juntas de contracción que se rellenan con material elástico o se disimulan con la decoración.

En todos los revocos, tanto porosos como impermeables, se tendrá especial cuidado en evitar el exceso de agua de amasado, que suele producir grietas en forma de «mapas geográficos» (Fig. 53), mientras que el humedecimiento insuficiente de la obra de fábrica que ha de soportar el revoco, en el momento de ejecución del mismo, produce agrietamiento y desconchados como en la figura 54. Pero este mismo soporte no debe estar húmedo en su interior, ya que posteriormente puede dar lugar a desconchados y al reblandecimiento del revoco que, después de fraguar, ya no adquiere su resistencia normal.

Este defecto se evita no ejecutando los revestimientos exteriores hasta que los interiores estén secos.

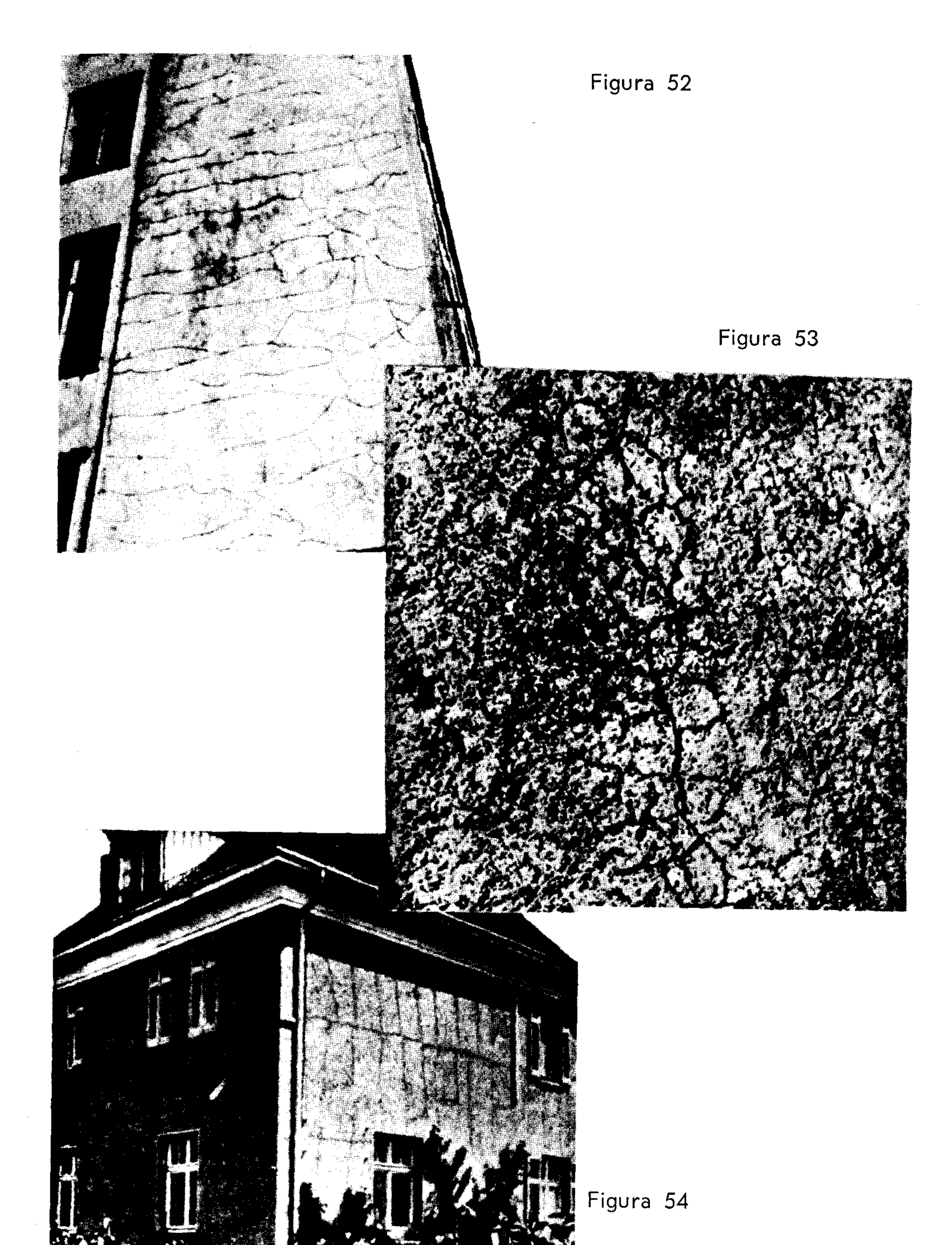


Figura 52

Figura 53

Figura 54

La adherencia de los revocos puede reducirse como consecuencia de su agrietamiento, al permitir la entrada de la humedad con arrastre de sales salubles como ya hemos explicado anteriormente. Pero también puede depender de la naturaleza del soporte. Si éste es muy denso, por ejemplo formado por hormigón compacto, piedra granítica o ladrillos recochos o vitrificados, la adherencia suele ser escasa, favoreciéndola en cambio los materiales de mayor porosidad. La adherencia propia de los materiales entre sí puede favorecerse artificialmente, cuidando por ejemplo que las piedras, hormigón o ladrillos tengan ranuras que traben el mortero. Por esta misma razón muchos albañiles rasan las juntas de los ladrillos antes de aplicar el revoco, pero siempre será mejor emplear materiales de apropiada adherencia entre sí.

Esta dificultad para adherir el mortero es considerable cuando se trata de revocos a aplicar sobre obra ya existente, especialmente si es poco porosa. En este caso pueden emplearse aditivos para el mortero, fabricados generalmente con resinas sintéticas, que facilitan su adherencia. Se da una imprimación del aditivo diluido a la obra antigua y se utiliza aditivo, mezclado con agua, para el amasado del mortero de agarre.

El empleo de aditivos hidrófugos incrementa las propiedades impermeabilizantes del mortero. Pero, por muy bueno que sea el aditivo, su efecto será nulo si el revoco se agrieta. Es por tanto imprescindible tomar las precauciones anteriormente expuestas para evitarlo.

Finalmente, y para casos concretos, existen en el mercado morteros premezclados de gran poder impermeabilizante que se aplican en capas muy delgadas y no requieren una técnica demasiado complicada.

OTROS REVESTIMIENTOS

Al revestir los paramentos exteriores de las paredes con losas de piedra natural o artificial u otros materiales nobles, deberán adoptarse asimismo las oportunas precauciones para evitar la penetración de agua entre los mismos y el soporte. Aquí no serán de temer tanto las grietas, debidas si acaso a asientos de la obra, como a la inadecuada disposición de las juntas y la porosidad excesiva de sus superficies. Las últimas se corregirán recurriendo a impregnaciones o pintados con material hidrófugo y las otras observando las normas de la buena construcción. Citaremos alguno de los defectos más corrientes en esta clase de revestimientos y en los elementos decorativos de las fachadas tales como cornisas, molduras, etc.

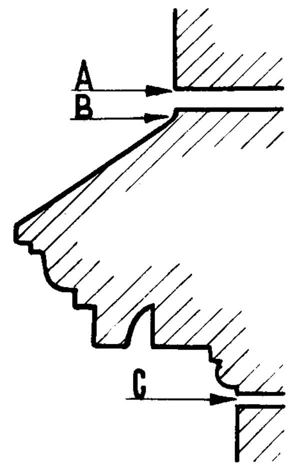
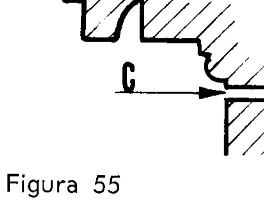



Figura 55

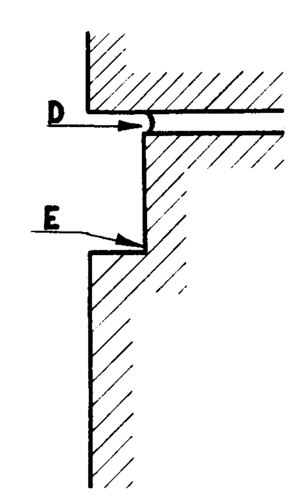


Figura 56

ELEMENTOS DECORATIVOS

Aquí advertimos que el empleo de los llamados «elementos decorativos» no sólo obedece a deseos de decoración, sino que según demuestra la práctica son elementos que ayudan en gran manera a evitar filtraciones locales o generales en el paramento.

Pero, desde luego, estos elementos deben estar proyectados de manera que tengan «desagüe» y vayan provistos de goterón (Fig. 55).

En la cornisa, la junta **A** debe situarse más arriba del punto **B**, en el que cabe esperar acumulaciones de aguas. Las juntas de los sillares deben disponerse en **D** (Fig. 56) y no en **E** como puede observarse en muchas fachadas.

Si la piedra es muy porosa, la superficie voladiza superior ha de protegerse con otras más compactas o con cintas de plomo de cinc. Lo mismo se observará en las hiladas de ladrillos voladizos, sobre los que un filete o cordón de mortero sería un mal remedio (Fig. 57), ya que facilitaría la penetración del agua al agrietarse, en lugar de impedirla.

El número de juntas verticales aumenta el peligro de filtraciones. Los coronamientos de muros o antepechos de ventanas construidos a sardinel exigen, por sus muchas juntas verticales, especial precaución. Si no pueden cubrirse con una capa impermeable, se defenderán con una junta de tal naturaleza inmediatamente debajo del sardinel.

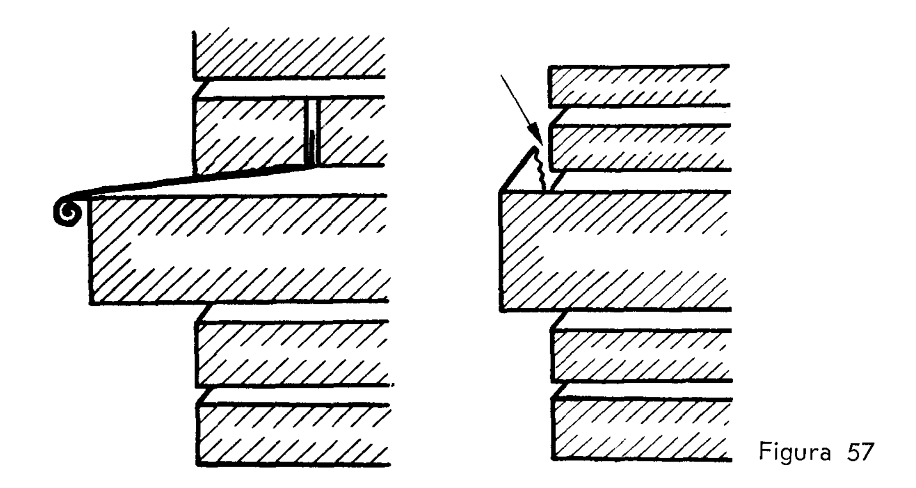


Figura 57

MANSARDAS

Las mansardas, como otros elementos constructivos, suelen tener una discontinuidad en el ángulo A (Fig. 58). El mortero de revoco que protege la obra de machihembrado rara vez se une perfectamente con el hormigón del forjado, lo que facilita la entrada de aguas, que se escurren por ella. Debe tenerse en cuenta este punto al construirla, dando una ligera pendiente en el exterior del forjado o bien cuidando la impermeabilización de la mansarda.

VENTANAS Y BALCONES

Otros puntos vulnerables para la penetración de humedades son las juntas entre la obra y los marcos de puertas, balcones y ventanas, particularmente expuestas a la lluvia impulsada por el viento y el agua de arrastre que resbala por la superficie de la pared. Esta agua de arrastre es particularmente perjudicial en los marcos enrasados con el paramento exterior (Fig. 59). Una posible solución se obtiene mediante la introducción en la junta (horizontal interior) de una plancha de cinc, con el doble objeto de evitar la entrada de agua del exterior y facilitar la salida de la que por otros lugares hubiera penetrado en el interior (Fig. 60).

La junta vertical de la figura 61 es inadmisible. Los antiguos corregían dicho defecto mediante un pequeño quiebro de la junta y enmarcando la ventana con resaltos o rebajos en forma de moldura (Fig. 62).

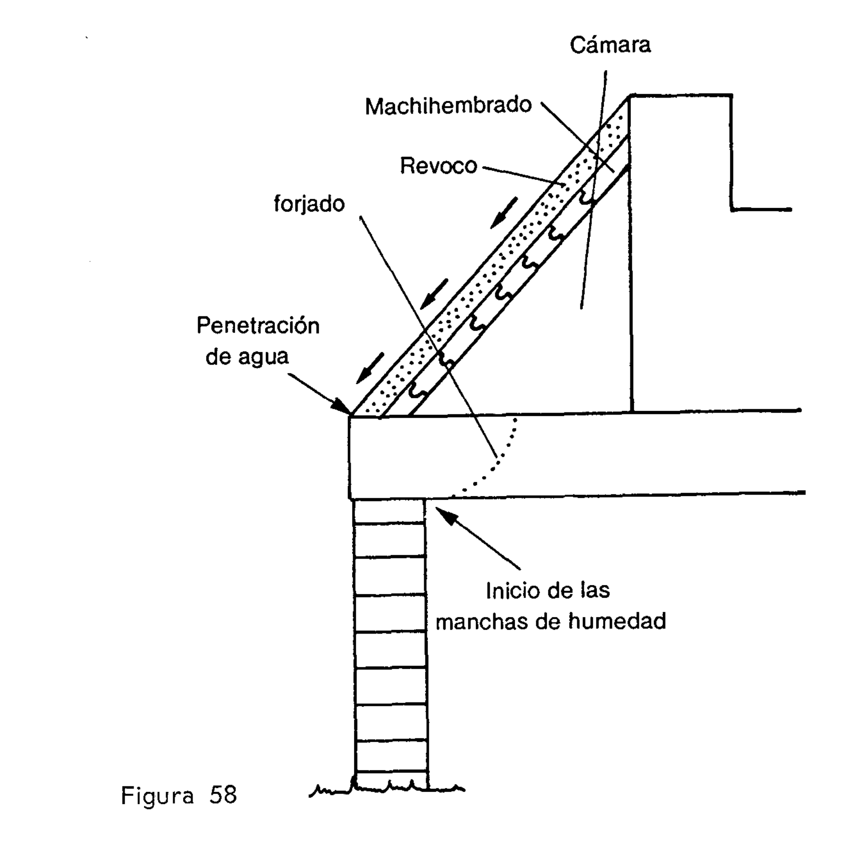


Figura 58

Figura 59

Figura 60

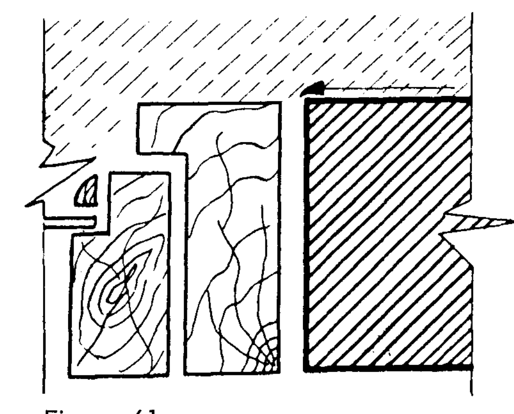


Figura 61

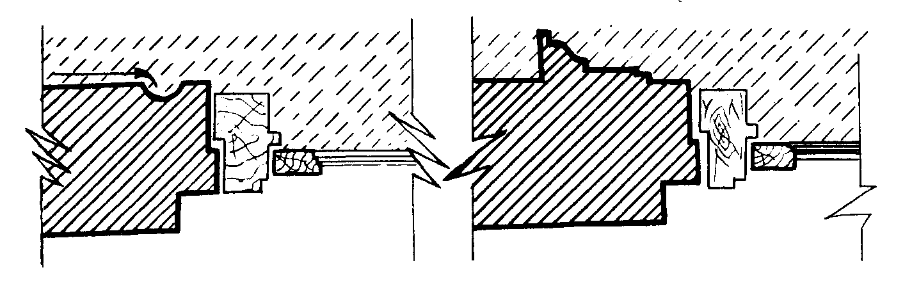


Figura 62

Cuando el marco se aleja del paramento exterior es más fácil de proteger la junta expuesta al viento (Fig. 63) empotrando el marco en el muro o rellenando con mortero el ángulo (Fig. 64). La junta horizontal superior estará mejor protegida por una superficie curva (Fig. 65). La mejor disposición de la junta inferior se desprende de ia figura 66. Otras soluciones buenas son las representadas en la figura 67 (carpintería de madera con empleo de pieza especial de hierro) y en la figura 68 (carpintería metálica).

Con igual precaución hay que cuidar los perfiles de los largueros y travesaños del bastidor de la ventana, cuyas formas más adecuadas se representan en las figuras 69, 70 y 71.

Como medida complementaria para asegurar la estanqueidad en estas juntas, suele recurrirse al empleo de masillas de sellado. En las figuras 72 y 73 se muestran unos esquemas de aplicación de estas masillas y en el Capítulo 6, que trata de los materiales, se exponen las características de los distintos tipos y su forma de aplicación. Las masillas que se utilicen deberán ser elásticas y de envejecimiento lento. Una masilla dura y poco adherente suele desprenderse con cierta rapidez y su efecto puede

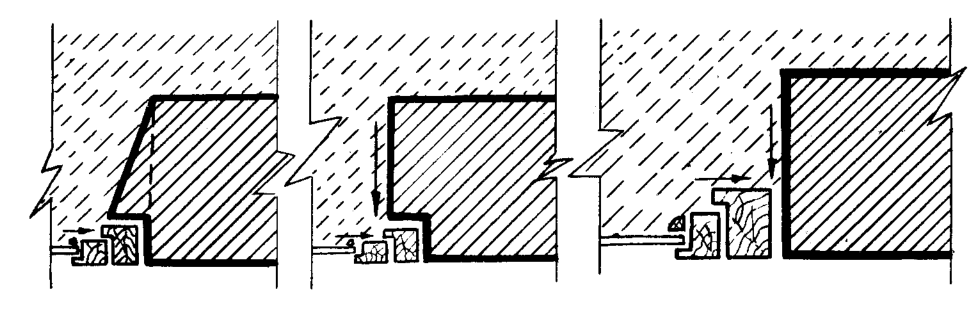


Figura 63

Figura 64

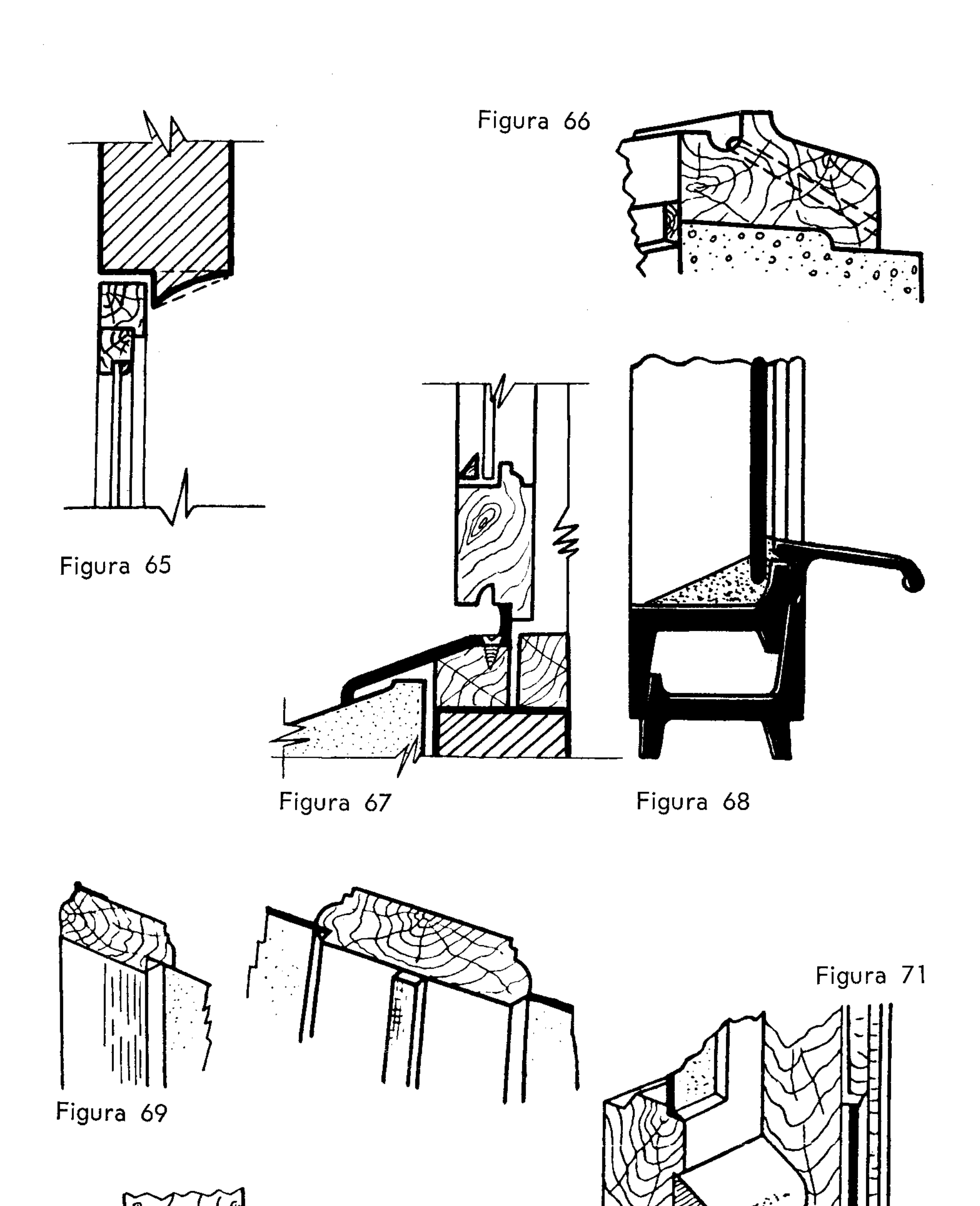


Figura 65

Figura 66

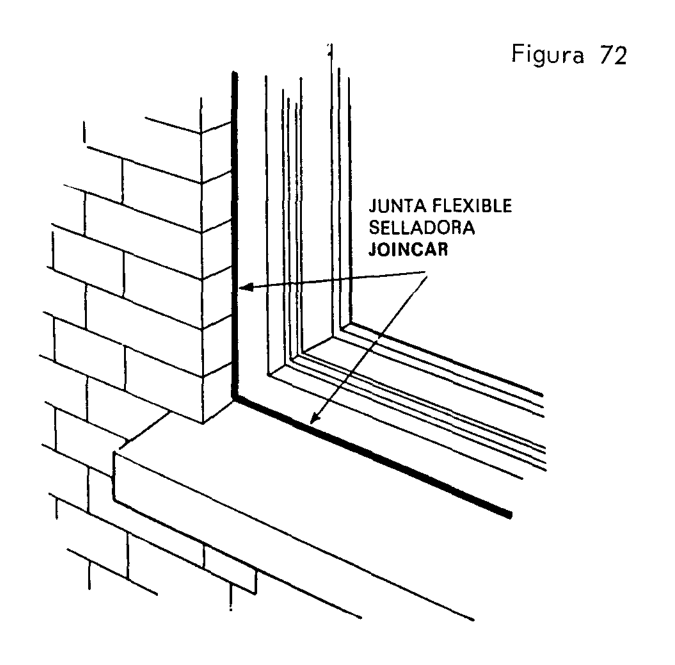
Figura 67

Figura 68

Figura 69

Figura 70

Figura 71



JUNTA ENTRE MARCO DE VENTANA
Y PARED DE LADRILLO

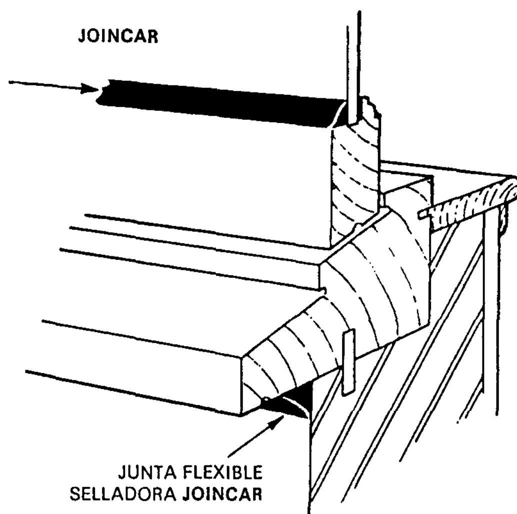


Figura 73 JUNTA ENTRE ANTEPECHO DE VENTANA
Y PARED DE LADRILLO Y ENTRE
MARCO DE VENTANA Y VIDRIO

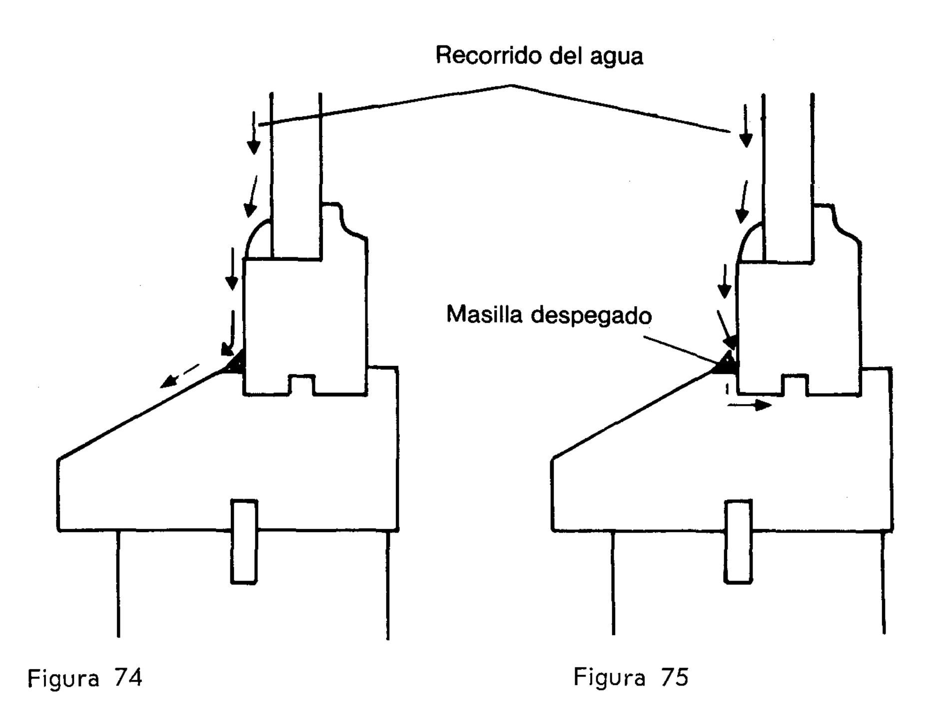


Figura 74 Figura 75

ser incluso contraproducente. En efecto, el agua que resbala por la puerta o ventana, en lugar de seguir su recorrido hacia el exterior puede quedar «canalizada» hacia el interior (Fig. 74 y 75).

TABIQUES TRASLUCIDOS

En las paredes verticales de baldosas de vidrio conviene tomar las precauciones siguientes para evitar el paso de agua a través de las juntas e impedir la rotura de las baldosas.

Realización de las juntas

Por su sistema de fabricación y su transparencia a la luz, las obras de hormigón translúcido se dilatan y contraen antes que la obra maestra. Por esta razón es absolutamente necesario que toda obra de este tipo, placas, paneles, etc., sea completamente independiente de todo lo que podría limitar el doble juego de sus dilataciones (Fig. 76).

Pared vertical de baldosas de vidrio

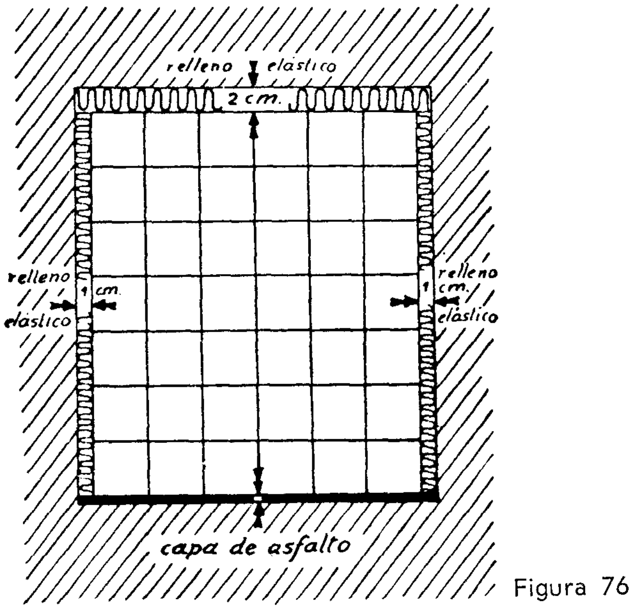


Figura 76

Esta independencia se asegura mediante las juntas perimetrales correspondientes, que permiten absorber las dilataciones y contracciones del tabique translúcido. Como relleno suele emplearse un material elástico incluso a bajas temperaturas e imputrescible. A tal efecto se utiliza cordón celular, tiras de poliestireno expandido, espuma saturada de asfalto, tiras de lámina asfáltica, fibra de vidrio, etc.

Es también recomendable efectuar un sellado perimetral mediante una masilla adecuada. Si se realiza este sellado, el material de relleno deberá quedar ligeramente hundido (5-10 mm) en el interior de la junta.

En la figura 77 puede apreciarse perfectamente una interesante aplicación del hormigón translúcido en tabiques, de gran valor decorativo.

ACCION CLIMATO-QUIMICA SOBRE MATERIALES NO METALICOS

Unicamente la atmósfera húmeda es corrosiva y lo es aún más acentuada, si contiene impurezas industriales o si las condiciones climáticas

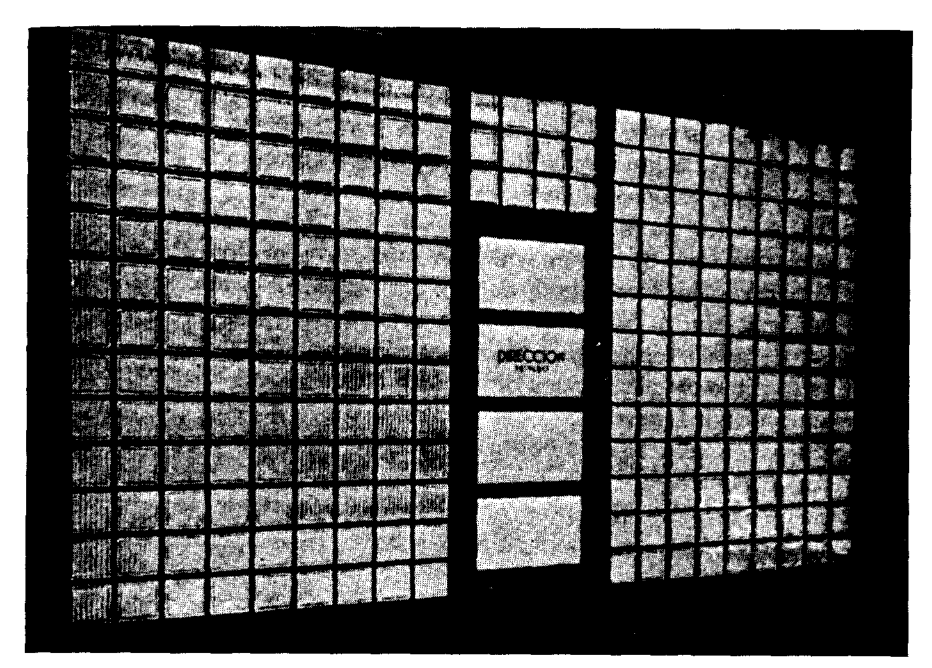


Figura 77

hacen que las heladas sean muy crudas. También pueden ser perjudiciales, en ciertos casos, las condiciones térmicas del verano.

Las atmósferas industriales son particularmente dañinas por su contenido de anhídrido sulfuroso, que se oxida en el aire produciendo ácido sulfúrico; de donde las atmósferas industriales, además de corroer los metales, son peligrosas para las piedras, tejas, pizarras (porque contienen demasiados carbonatos) e incluso para los hormigones y ciertas pinturas. Estos materiales se desconchan por la cristalización de los sulfatos en sus poros; y este defecto es más importante sobre las superficies abrigadas que sobre las que están expuestas a la lluvia. La elección de material de calidad especial, indicados en general por la experiencia local, o eventualmente por ensayos de laboratorio, parece la única solución viable. En efecto, la utilización de procedimientos de preservación de las piedras u otros materiales minerales escapan a la ineficacia del tratamiento al cabo de unos años sin contar el peligro que puedan ofrecer algunos productos preservadores.

La acción de la humedad es muy variable. Deben tenerse en cuenta los fenómenos siguientes:

— deterioro de los yesos, papeles pintados y de ciertas fibras minerales bajo la acción de una humedad prolongada;
— debilitación de las molduras de los revestimientos;
— alabeo de la madera por cambio de contenido de humedad;
— separación de las placas de contraplacado por combinación del alabeo y debilitación del encolado;
— decoloración de las pinturas;
— levantamiento de las películas de pintura o de los revestimientos impermeables (ampollas), bajo la acción de una evaporación brusca de temperatura que provoca una evaporación local de la humedad en el interior de los paramentos y una presión de vapor de algunos centenares de gramos por centímetro cuadrado;
— acción de los sulfatos;
— acción de las sales solubles; eflorescencia de los materiales porosos, decoloración y desfiguración de las pinturas (sales básicas y cal), expansión y levantamiento del yeso, etc.;
— acción de esporas y mohos en las maderas, ciertos revestimientos del suelo, ciertas pinturas etc.

Todos estos inconvenientes pueden ser evitados por las disposiciones de protección contra la humedad que ya hemos descrito.

ACCION CLIMATO-QUIMICA SOBRE LOS METALES

La acción del aire húmedo sobre los metales produce el fenómeno de la corrosión debido sencillamente a una oxidación del metal que se desarrolla siguiendo fenómenos aún imperfectamente conocidos. El grado de acción depende del metal, puesto que unos resisten mejor la corrosión que otros, pero depende también de las características de la atmósfera acrecentándose considerablemente por la presencia de humedad y de impurezas (compuestos sulfurosos o azufrados, ácidos, sales, cenizas, humos, etc.).

Esencialmente pueden distinguirse cuatro tipos de atmósferas en relación con las corrosiones. (Ver tabla 1.)

Debe distinguirse el microclima, al que están supeditados los elementos de la construcción, del clima general, del que puede diferir notablemente: ciertas partes están expuestas, por ejemplo, a soluciones atmosféricas (polvo SO^2), pero no a la lluvia; la ausencia de lavado hace mayor el peligro de corrosión.

TABLA 1. CLASIFICACION DE LAS ATMOSFERAS CORROSIVAS

Clases de Atmósfera	Características
Industrial	Lugares industriales (grado de corrosividad más acentuado en el centro de tales lugares y para ciertas industrias).
Urbana	Lugares urbanos residenciales (en donde, en rigor, suele haber industria ligera).
Costera Rural	Sin atmósfera industrial, pero aire salino.

TABLA 2. VALOR DE CORROSION (en milésimas de milímetro por año)

Metal	Industrial	Urbana	Costera	Rural
Acero dulce	120	70	50	40
Acero galvanizado (cinc picado)	15	7,5	5	2,5

La oxidación de los metales, más o menos inevitable, no es siempre fuente de corrosión, ya que la película de óxido formada puede realizar una verdadera capa protectora (aceros inoxidables; cobre; plomo; cinc y sus aleaciones; aluminio y varias de sus aleaciones); tal protección, desde luego, no es automáticamente segura en las atmósferas industriales. Además hay que tener en cuenta que la composición de estos metales y sus aleaciones juegan un papel importante, tal como su manera de preparación, siendo más susceptibles el hierro que el acero dulce o la fundición, las piezas laminadas más que las coladas. Además, causas secundarias pueden tener una influencia importante: desigualdad de temperatura, desigualdad de aireado, fatiga, contacto con otros metales u otros materiales, etc.

Para apreciar cuantitativamente la corrosión, lo más sencillo es comparar la profundidad de penetración en el metal en el mismo tiempo, según la clase de atmósfera. (Ver tabla 2.)

PROTECCION CONTRA LA CORROSION ATMOSFERICA

Existen numerosos procedimientos de protección contra la corrosión atmosférica, siendo a menudo muy difícil escoger el más conveniente.

El pintado de los metales férricos debe ser precedido de un tratamiento adecuado, absolutamente indispensable porque ninguna pintura se aguanta sobre una superficie mal preparada. La preparación de las superficies tiene por objeto eliminar la calamina que al desprenderse arrastra la capa de pintura, el moho que se propagaría por debajo de la capa y la haría estallar, las grasas e impurezas diversas que reducen, no suprimen, la adherencia de la película. La preparación se efectúa mecánicamente (cepillado mecánico, quemado al soplete, enarenado, etc.), o químicamente (disolventes, bases, ácidos). La pintura que se aplique debe ser, al menos en la primera capa, poco propensa a la corrosión y contener pigmentos eficaces. minio, cinc, cromato de cinc, etc. El más usado en construcción sigue siendo el minio, posiblemente porque es el de más fácil aplicación. Es también recomendable aplicar este tratamiento protector en dos capas: la primera, más que imprimación, lo que hace es limpiar la superficie del óxido que resta y de materias extrañas. La segunda capa asegura una cubrición uniforme de la superficie.

También se utilizan las pinturas bituminosas, de asfalto o de alquitrán, como protector del hierro, si bien estos productos no son aconsejables para substituir al minio en caso de pintado posterior. La solubilidad de ambos con los disolventes orgánicos de los esmaltes podrían estropear el color final.

Existen otros tratamientos para proteger los metales de la corrosión, pero no suelen ser aplicables en las obras y son propiamente industriales. Entre estos cabe citar:

a) electrólisis (cromado, niquelado) aplicable a piezas prefabricadas;

b) baños (estañado, galvanización) aplicable a piezas prefabricadas o a productos semifabricados (planchas, tubos, etc.);

c) cementación (difusión de los metales en contacto con un horno), o calorización (aleación de protección muy dura de hierro y aluminio), aplicable en particular a elementos de calderas, o la sheradización (aleación dura de hierro y cinc).

d) revestimientos a base de ebonita o de caucho cloratado; de un tratamiento anódico, particularmente adaptado al aluminio y sus aleaciones (llamado protalisación);

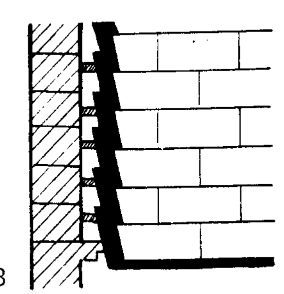


Figura 78

e) parkerización (protección por formación de una capa de fosfato, sumergiendo las piezas en un baño), adaptado principalmente a los artículos de quincallería.

REVESTIMIENTO DE PIZARRA O TEJA

Entre los revestimientos de muros verticales antiguos usados en países muy húmedos y en las comarcas en que se encuentran, figuran la pizarra y la teja. Cortadas en forma de tejas, como para la cubierta, las pizarras se clavan sobre unos listones previamente sujetos a la pared, cuidando de que las superficies cubran convenientemente a las inferiores, rompiendo juntas (Figs. 78 y 79). Como por su superficie lisa, las pizarras no pueden sujetarse con mortero, entre ellas y la pared quedará siempre un espacio hueco, del espesor del listón, que deberá estar bien ventilado para evitar la formación de humedades por penetración a través de grietas producidas por roturas o corrimientos de las pizarras. Esta ventilación se conseguirá disponiendo orificios en número suficiente en la parte más baja y en la más alta del revestimiento.

CAMARAS DE AIRE

La disposición descrita es semejante a la de las paredes con cámara de aire. Hay que distinguir entre las cámaras de aire estancas y las ventiladas; las primeras son buenas aislantes térmicas, como lo son los ladrillos huecos. Las segundas son las que evitan pentración de la humedad.

El hueco ventilado puede situarse entre dos porciones de pared de carga (Fig. 80), o se construye únicamente el interior como muro de car-

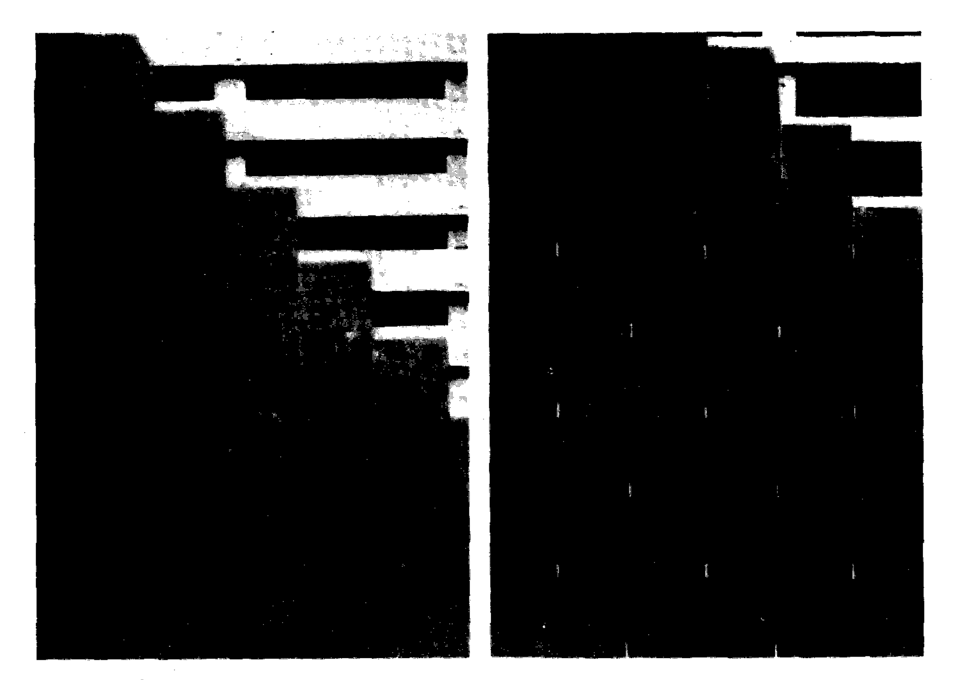


Figura 79

ga, reduciendo el grueso del exterior a una simple membrana protectora (Fig. 81). La costumbre experimentadísima de proteger los muros medianiles con un tabique aislante en la parte de solar sin edificar, es el mejor ejemplo del buen resultado de este método (Fig. 82).

Para construir una pared con hueco ventilado que evite con eficacia las humedades, deben tomarse las precauciones siguientes:

Deben disponerse colectores de agua encima de todas las aberturas y sobre todos los elementos de la obra que atraviesan el hueco (como dinteles).

No deberá establecerse nunca una junta horizontal aislante de la humedad haciendo «puente» entre ambas partes a través del hueco. Sobre los dinteles de ventanas y puertas, dicha junta deberá formar un escalón descendente desde la pared inferior (Fig. 83).

En los puntos donde inevitablemente tengan contacto las dos paredes del muro hueco (por ejemplo, en las jambas de las ventanas) deberá ponerse una junta aislante adecuada.

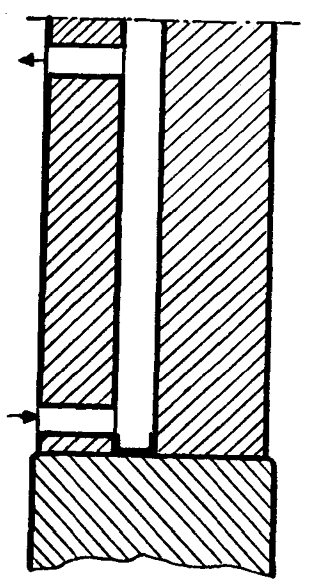


Figura 80

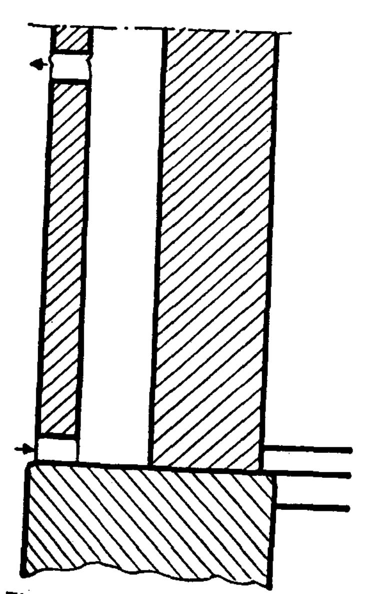


Figura 81



Figura 82

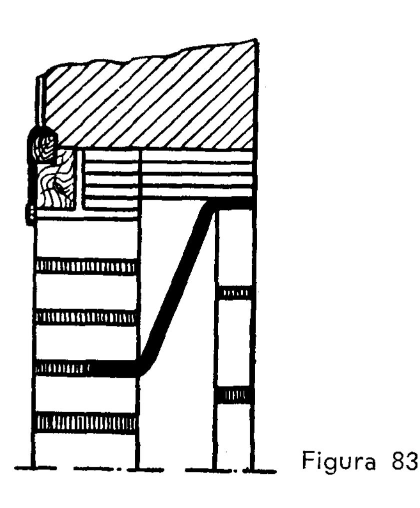


Figura 83

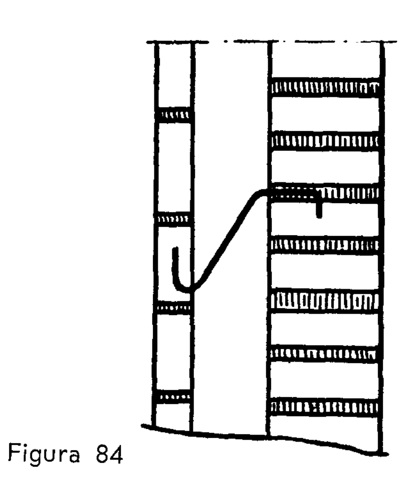


Figura 84

Las hiladas que traben ambas paredes del muro y los internos deberán hallarse libres de escombros y de residuos de mortero.

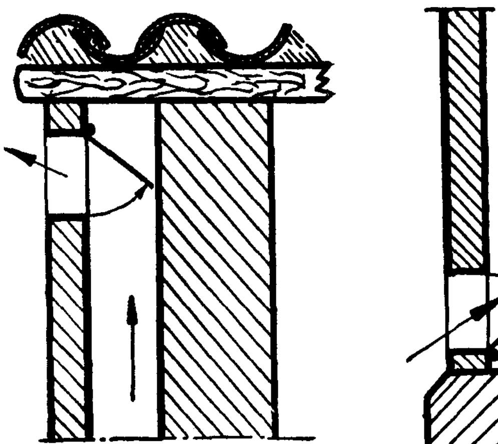
Se procurará no macizar las esquinas, prefiriéndose conducir el hueco alrededor de las mismas.

El agua recogida en el hueco del muro deberá tener salida inmediata. Para ello se dispondrán sobre el colector del fondo del hueco aberturas en la parte exterior, a las que corresponderán igual número y del mismo tamaño en la parte superior de la pared exterior, inmediatamente debajo del alero del tejado o del remate de la baranda o cornisa principal.

Si el muro exterior es un tabique se trabará al interior mediante ganchos de alambre grueso galvanizado (Fig. 84). Este tabique es preferible construirlo de ladrillos macizos (porque si en los huecos penetra agua a través de alguna grieta, se conservará más tiempo en los mismos). Puede dejarse sin revocar, disponiendo incluso el aparejo de los ladrillos con efectos decorativos. Pero es preferible su revoque, porque al impermeabilizar, aunque aísle perfectamente el paramento exterior, si el agua penetrada en los poros produjera eflorescencias, éstas serían arrastradas hacia el paramento interior del tabique y no afearían las fachadas.

Aunque durante fuertes y prolongadas lluvias el tabique exterior se empape de agua, de manera que ésta resbale por el paramento interior, ésta nunca podrá alcanzar la pared interior si el hueco es de suficiente anchura. De 4 a 5 centímetros basta, pero al disponerse al interior una pared de 15 centímetros y al exterior un tabique de 5, lo más cómodo es dar al hueco un ancho de 10 centímetros.

La disposición de cámara de aire se perfecciona notablemente si se



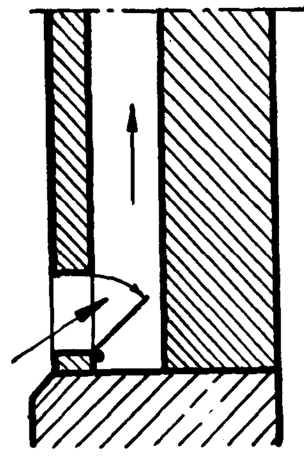


Figura 85

proyectan en los orificios de entrada y salida de aire, puertecillas que regulen la ventilación. Sólo se abrirán en caso de prolongadas lluvias o fuertes insolaciones, sirviendo cerradas como cámara de aire estanca para incrementar notablemente el aislamiento térmico del muro (Fig. 85).

REVESTIMIENTO CON PLACAS DE FIBROCEMENTO

Una forma muy simple y económica de evitar las penetraciones de agua consiste en substituir el tabique pluvial por placas de fibrocemento. La fijación de las placas se efectúa de forma análoga al de las cubiertas. En este caso, además, la cámara respira por todas las juntas.

Como precauciones complementarias para este tipo de cámaras, debe prestarse mucha atención a la correcta fijación de las planchas. En primer lugar porque un desprendimiento de las placas podría ser altamente peligroso y, en segundo lugar, porque una fijación poco firme produciría vibraciones ruidosas y, por tanto, molestas, especialmente en días de viento.

EMPLEO DE IMPERMEABILIZANTES

Sobre el empleo de hidrófugos, tanto como aditivos a los morteros como en la impregnación de las superficies exteriores, vale lo dicho al hablar de los cimientos y muros en sótanos.

Suelen ser remedios de última hora, cuando por impregnación o economía no se ha construido el muro exterior de manera que la lluvia no pueda afectarlo. El revestimiento impermeabilizante debe aplicarse siempre en la cara del muro que recibe el agua, o sea en las fachadas en la capa exterior.

En el capítulo VIII se trata este tema con amplitud.

AGUA INFILTRADA A TRAVES DE LAS CUBIERTAS

El objeto de la cubierta no es otro que impedir que la lluvia caiga en el interior de las construcciones. Para conseguir este fin se han ideado infinidad de sistemas más o menos eficaces y que exigen más o menos cuidado de conservación. Sea cual fuere el sistema elegido si no se ejecuta con esmero y siguiendo en el menor detalle las reglas de la buena construcción, fatalmente se presentarán con el tiempo las molestas goteras que exigen costosas reparaciones y que podían evitarse ejecutando bien la cubierta desde un principio.

La diferencia de precio que existe entre una buena impermeabilización y una impermeabilización deficiente rara vez supera el 5 % del coste total de la cubierta. En cambio, rehacer una terraza transitable suele costar el doble de su coste original.

Entre las cubiertas, el tejado se limita estrictamente al objeto señalado, mientras que la azotea, además de impedir la entrada de la lluvia, permite la utilización del plano superior del edificio para otros fines utilitarios, como para tender la ropa, o como ampliación de la vivienda, para terrazas y jardines.

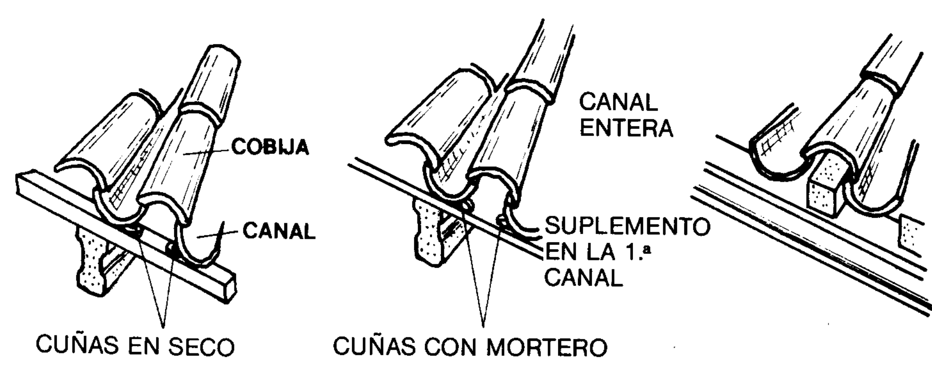


Figura 86 Figura 87 Figura 88

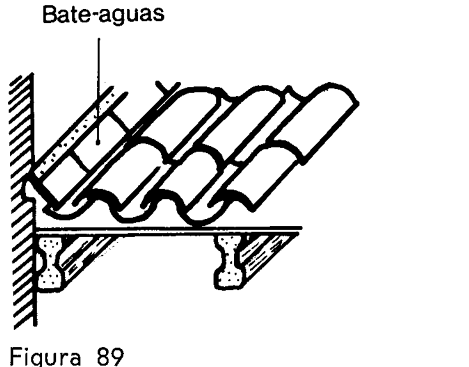


Figura 89

Vientos dominantes

Figura 90

EL TEJADO

El tejado está sometido a distintos movimientos ineludibles, como son las trepidaciones, flexiones, contracciones y dilataciones, etc. En todas sus variedades de formas, estructuras y materiales, el tejado consiste esencialmente en un conjunto de elementos de reducidas dimensiones (tejas, planchas, placas, etc.), que se disponen de manera que, cabalgando unas sobre otras en el sentido de la pendiente, puedan seguir todos los movimientos del entramado sin deshacer la impermeabilidad de la superficie articulada que forman entre todas ellas.

TEJA ARABE

Entre los materiales de cobertura más usados en España destaca la teja árabe.

Una vez dada la pendiente de la cubierta, usualmente con tabicones y machihembrado cerámico, se colocan las tejas, en seco o tomadas con mortero de cal. Las figuras 86, 87 y 88 indican la disposición de las tejas. Cuando en la cubierta existan limahoyas, es recomendable reforzar la zona con una lámina impermeabilizante (asfáltica, de caucho butílico o PVC resistente a la intemperie).

Particular cuidado necesitan las uniones de tejados y paredes mediante viseras de rasillas y mortero (Fig. 89). Otro detalle que no debe descuidarse es la colocación de la cumbrera, de manera que las cobijas monten unas sobre otras en sentido contrario a la dirección de los vientos dominantes (Fig. 90).

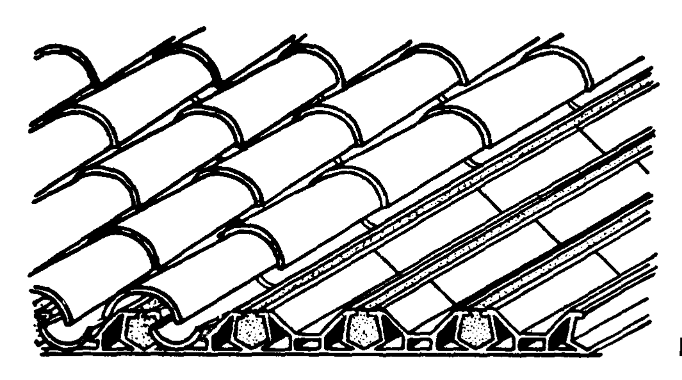


Figura 91

Con ventaja se sustituye la estructura de madera del tejado por otra de hormigón armado, la cual, a su vez, cede su sitio a las estructuras de cerámica armada que, por su poder aislante, su mínimo consumo de cemento y su rigidez conquistan cada vez un lugar más preponderante en la construcción. De manera que en lugar de vigas y tablero de machihembrado se dispone cualquier sistema de cerámica armada, como la que se emplea en los techos, siendo indiferente que los nervios vayan en dirección de la pendiente o no. Mejor aún son unas estructuras de cerámica especiales que facilitan la colocación de los canales, como el sistema Loubet (Fig. 91).

TEJAS DE HORMIGON

Una variante sobre las tejas planas son las tejas de hormigón. Su diseño permite una colocación rápida y con escaso margen de error. Su aspecto, una vez colocadas, es más uniforme y menos rústico que el de las cubiertas con teja árabe. En las figuras 92 a 95 se muestran distintos sistemas de colocación de este tipo de tejas.

Existen piezas especiales par los remates (contornos, entregas, cumbreras, etc.), lo que permite asegurar mejor la estanqueidad de la cubierta. En las figuras 96 a 99 se indican detalles de la puesta en obra de estos complementos.

PIZARRA

Otro material de recubrimiento empleado en España es la pizarra, de diversas formas y tipos (Fig. 100), en cuyas cubiertas tiene capital im-

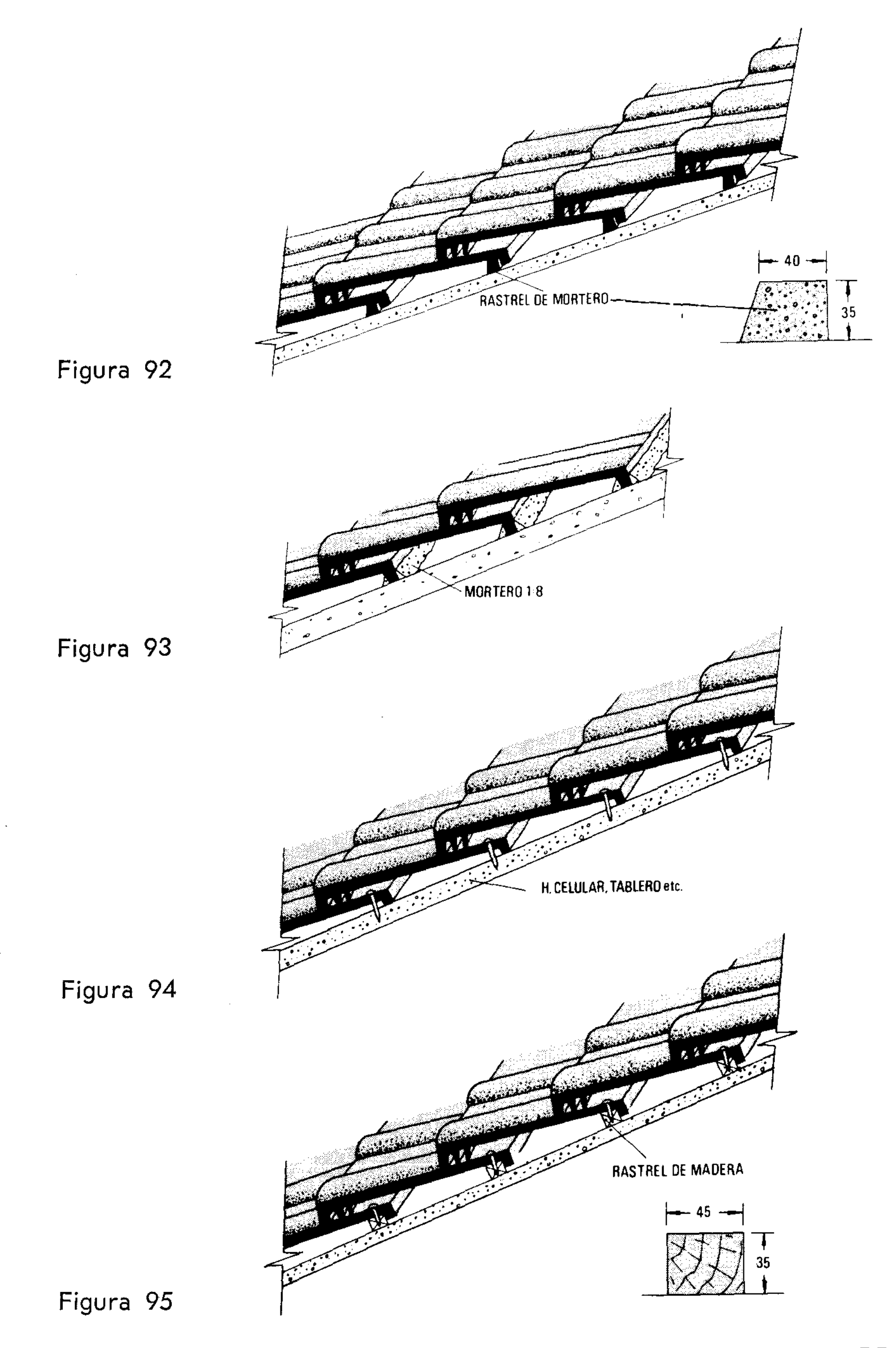


Figura 92

Figura 93

Figura 94

Figura 95

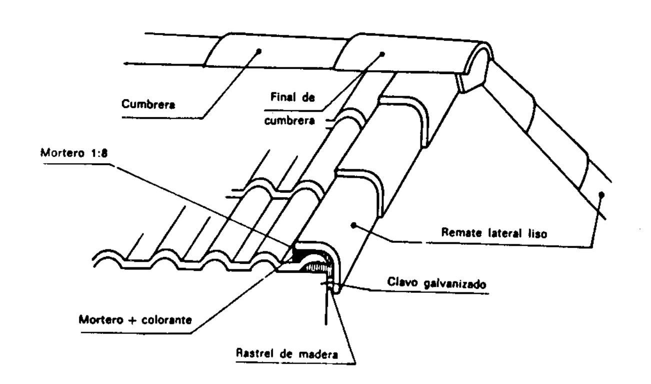
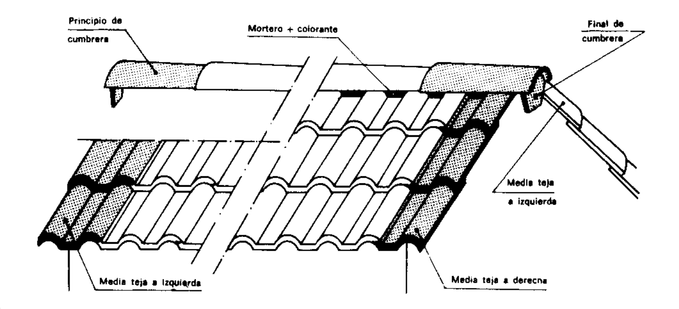


Figura 96



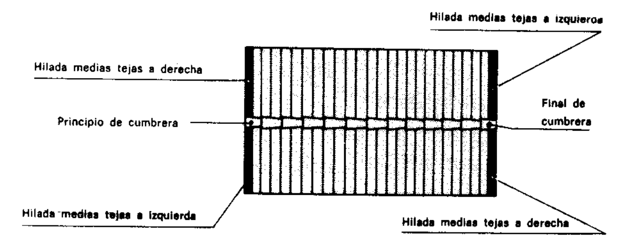


Figura 97

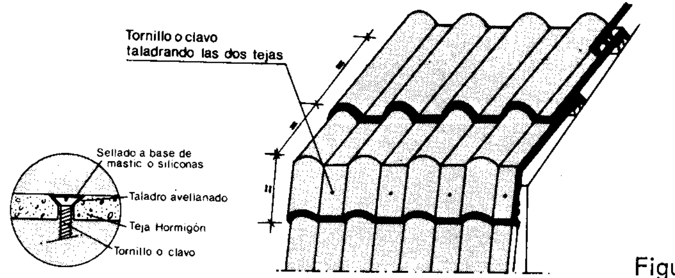


Figura 98

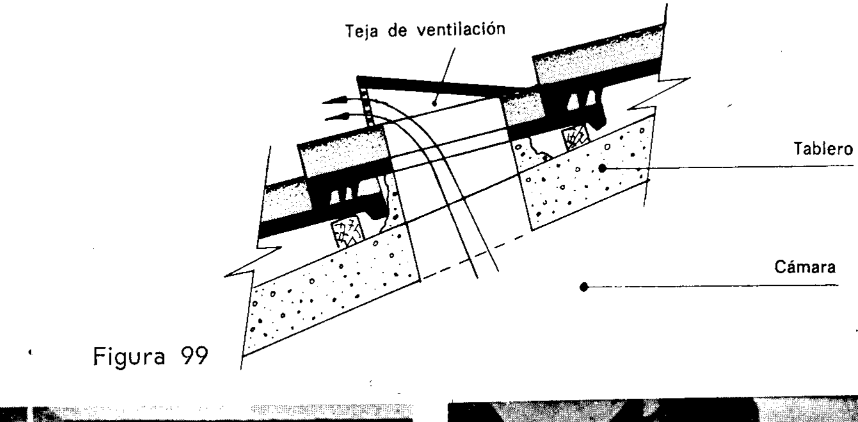


Figura 99

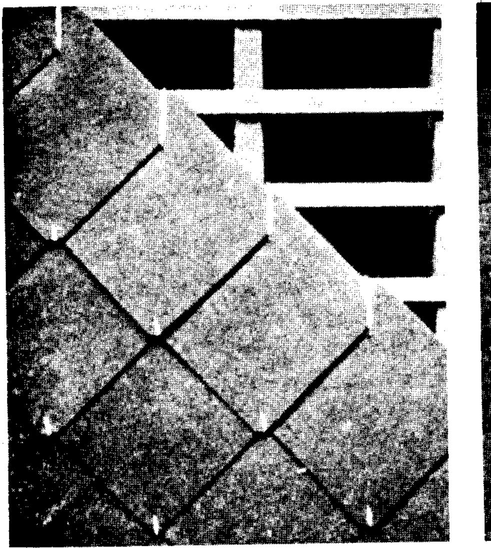


Figura 100

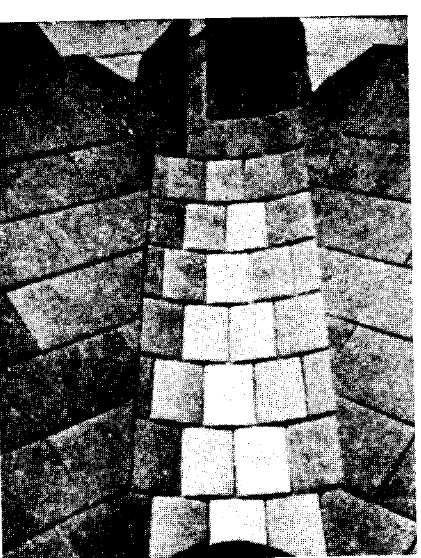


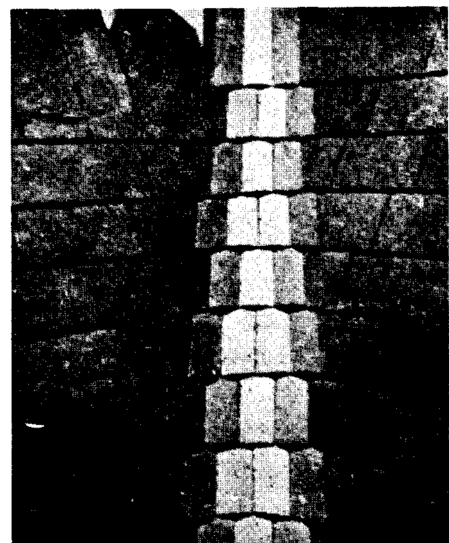
Figura 101

portancia la buena colocación de la pizarra en las limahoyas (Figs. 101, 102 y 103).

FIBROCEMENTO

Las placas onduladas de fibrocemento son una solución rápida y económica para cubrir tejados. Su ligereza de peso proporciona un notable ahorro en la estructura y permite luces muy anchas.


Figura 102


Figura 103

Su colocación se efectúa sobre correas, fijando las planchas con tornillos o ganchos (Figs. 104 y 105). La fijación se efectúa en las partes altas de la ondulación. Existen piezas especiales para los remates laterales y las cumbreras, así como canalones y conductos para la eliminación de aguas. En las figuras 106 a 113 se indican detalles de su instalación.

Las placas de fibrocemento exigen una pendiente mínima del 10 % en las cubiertas, y el solape entre las placas está en función de esta pendiente, debiendo ser, como mínimo, de 10 cm.

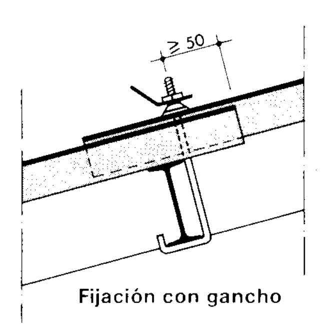


Figura 104

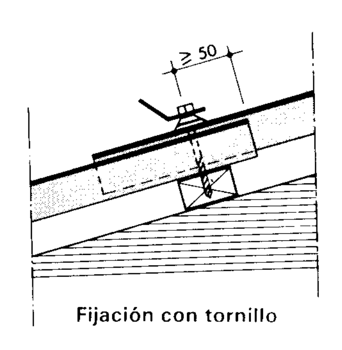


Figura 105

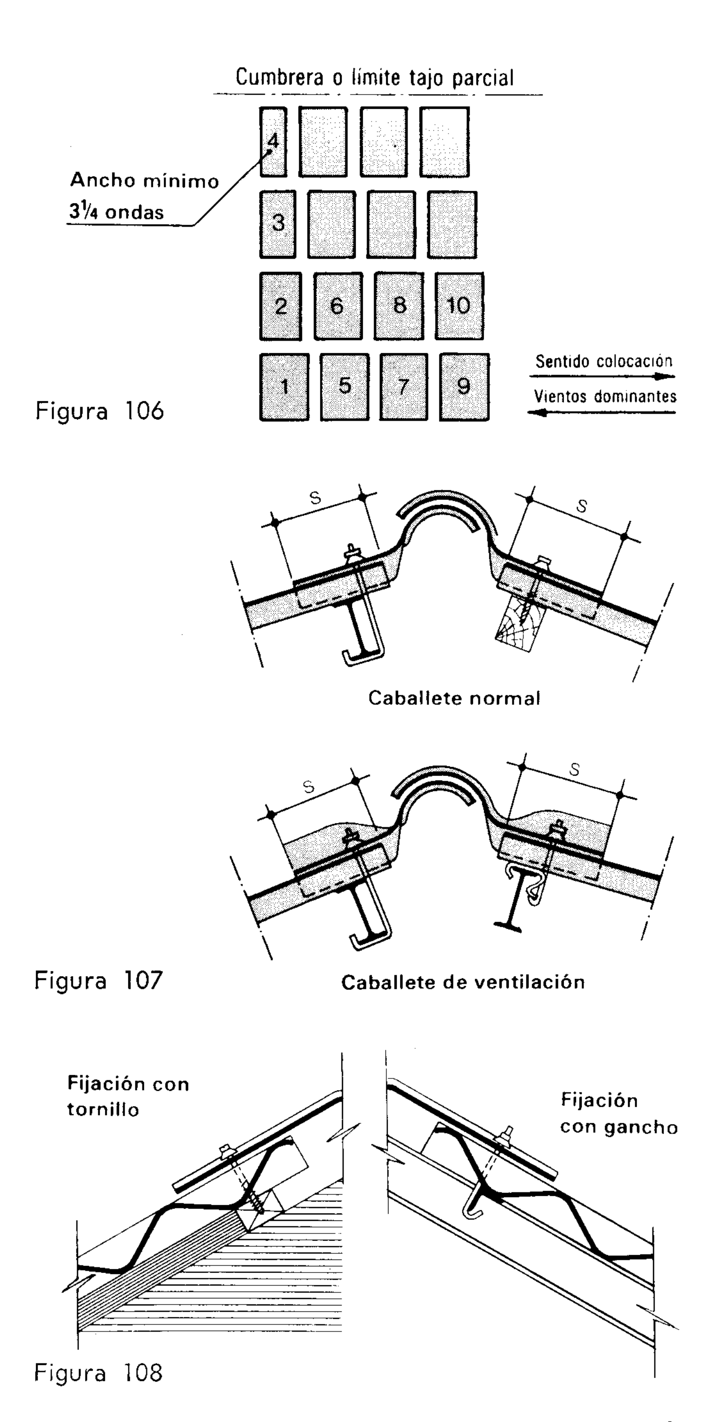


Figura 106

Figura 107

Figura 108

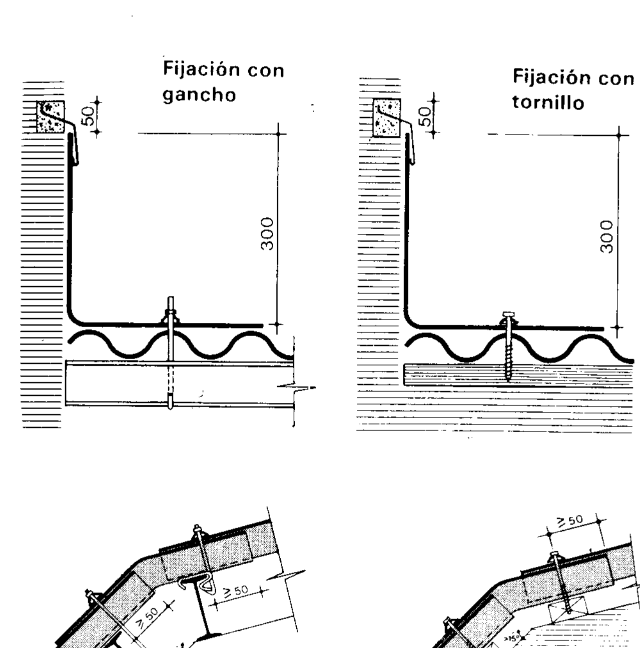


Figura 109

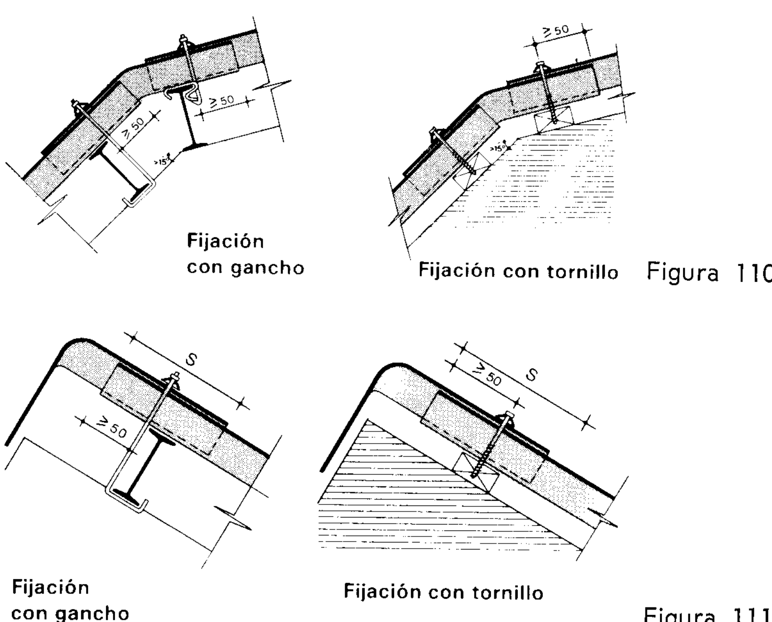


Figura 110

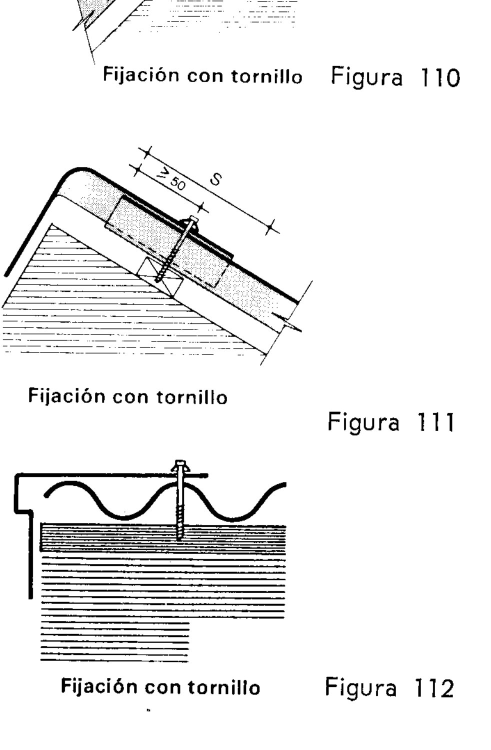


Figura 111

Fijación con gancho

Fijación con tornillo

Figura 112

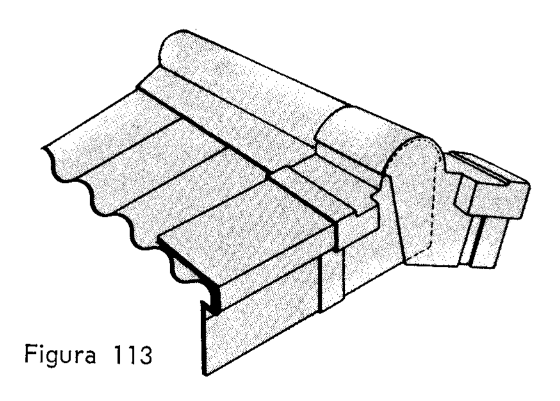


Figura 113

El poco espesor de estas planchas, como contrapartida a sus ventajas, hace que su poder aislante sea prácticamente nulo, por lo que, según las exigencias de la construcción, requerirá un aislamiento térmico complementario, normalmente en forma de falso techo.

PLASTICOS

Las planchas onduladas fabricadas con plásticos armados (generalmente poliester armado con fibra de vidrio) suelen ser translúcidos y se utilizan en cubiertas pequeñas (cubrición de patios de luces, cajas de escalera, cubiertas de terrazas, etc.) y también como lucernarios en cubiertas de fibrocemento.

Su colocación es similar a la del fibrocemento, pero su escasa resistencia exige una gran precaución durante su colocación y uso, ya que no resisten el peso de los operarios.

También son muy utilizados los lucernarios, planos o salientes, fabricados de forma similar a los anteriores, que se adaptan a cualquier tipo de cubierta (Fig. 114). Con este mismo tipo de materiales se pueden construir lucernarios autoportantes de grandes dimensiones.

METALES

El hierro es un material de larga tradición en la construcción. El empleo de estructuras metálicas, varillas y mallazos para el hormigón armado, telas metálicas, etc. está ampliamente divulgado y, por otra parte, no son objeto del presente texto.

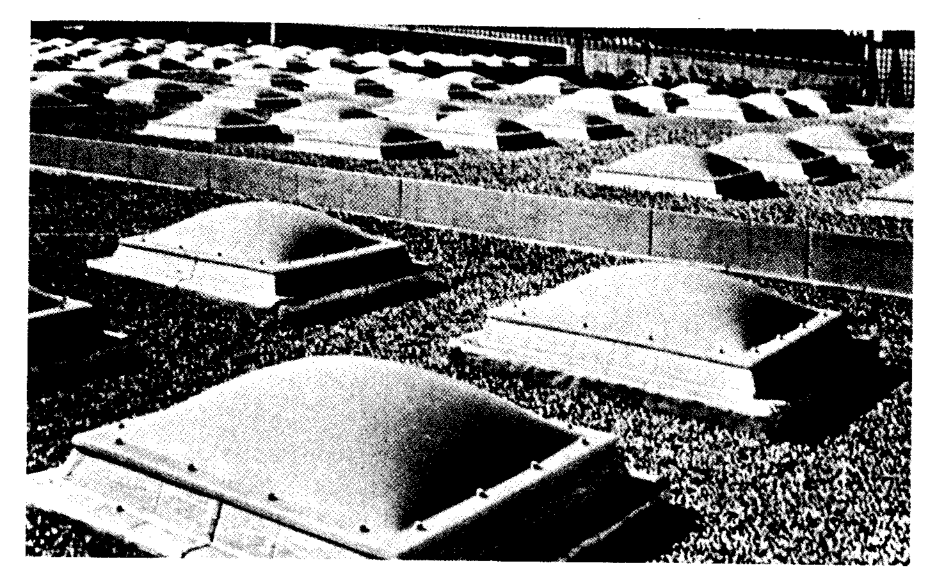


Figura 114

Una aplicación relativamente moderna de este metal son las chapas galvanizadas perfiladas. Estas tienen un amplio campo en la construcción de grandes edificios industriales (fábricas, almacenes, hipermercados, etc.). Se utilizan tanto en cerramientos horizontales como verticales.

La chapa de acero, laminada en frío, es sometida a un baño de cinc fundido, a una temperatura superior a los 450° C. A esta temperatura, el cinc se adhiere fuertemente sobre la plancha, formando una capa regular de unas 25 micras (0.025 mm) por cada cara (equivalente a unos 150 g de cinc por m² como promedio). Este espesor, y la gran adherencia entre cinc y acero, permiten su perfilado en frío, sin deterioro del galvanizado.

Las distintas posibildades que existen en cuanto a espesor de la chapa (que va de 0.5 a 1.2 mm), forma del perfil (Fig. 115) y distancia entre los puntos de apoyo en su colocación, permiten un amplio abanico de utilizaciones. Como ejemplo, en la Tabla 2 figuran las sobrecargas que puede admitir una cubierta construida con un perfil del tipo nervado pequeño, en función de los espesores y distancias entre los apoyos. En la Tabla 3 figuran las sobrecargas para chapas similares, pero con nervado grande.

Entre las ventajas de las construcciones con chapas galvanizadas, además de la rapidez de colocación, está su poco peso, con el consiguiente ahorro en la estructura. Esto hace además que las luces totales puedan

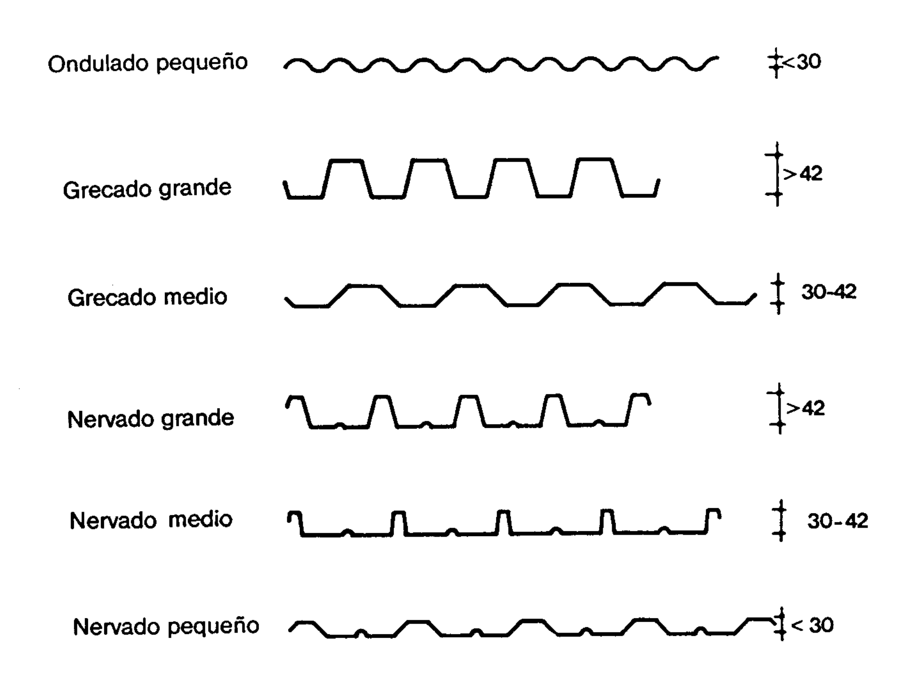


Figura 115

cotas en mm

TABLA 3. PARA CALCULAR EL DESAGÜE DE LAS CUBIERTAS

Tipo de canalón	Suficiente para desaguar un área horizontal de m²	Dimensiones del canalón (mm)	Sección transversal eficaz del canalón	Diámetro del bajante (mm)
Trapecial (caja forrada)	50	102×76	50	75
	100	126×102	82	75
	150	153×126	124	100
Semicircular	28	102	29	64
	33	115	34	64
	52	126	36	75
Semielíptico	28	102	29	64
	31	126	47	64
	42	115	45	64

ser muy grandes, permitiendo la construcción de naves muy anchas, sin apenas pilares.

Existen paneles prefabricados que llevan aislamiento térmico en su interior (paneles sandwich) y que, por lo tanto, no requieren aislamiento adicional después de montados. Estos paneles y algunos otros tipos de chapas llevan un tratamiento de prelacado que hacen innecesaria su impermeabilización una vez instalados.

No obstante, lo usual es que las chapas perfiladas requieran aislamiento e impermeabilización. En la figura 116 se muestra un esquema de cubierta y en la 117 otro de fachada.

Las chapas galvanizadas suelen complementarse con una serie de piezas especiales para los remates laterales, ventanas, entregas a bajantes, juntas de dilatación, canales, lucernarios, etc., que permiten solucionar los puntos singulares de la construcción. En las figuras 118 a 122 se muestran algunas de estas piezas, así como su colocación. En el capítulo 7.º se explica también la forma de impermeabilizar las cubiertas construidas con chapa (cubiertas deck).

Otros metales que eran tradicionalmente utilizados en la construcción de cerramientos exteriores, como el plomo y el cinc e incluso el cobre, han quedado muy limitados en su uso, debido esencialmente a razones de tipo económico. El plomo y el cinc se utilizan en canales y en remates de cubiertas de pizarra o teja. En obras monumentales o en elementos de forma difícil, además de los citados, puede emplearse el cobre.

El empleo del aluminio, además de como constituyente de algunas láminas asfálticas, se centra en la fabricación de carpintería metálica. También se utiliza en prefabricados para la cubrición de galerías y terrazas.

ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGON

El empleo de piezas prefabricadas de hormigón pretensado o vibrado representa un notable ahorro de tiempo en la construcción. Igual que en el caso de las planchas galvanizadas, se utilizan en paramentos horizontales y verticales y se emplean tanto en naves industriales como en bloques de viviendas (Figs. 123 a 125).

En los cerramientos verticales exteriores, la estanqueidad de los prefabricados debe complementarse con un correcto sellado de las juntas entre las piezas contiguas.

En las cubiertas no es tan frecuente que estos elementos sean suficientes para evitar el paso del agua, por lo que requieren una impermeabilidad posterior.

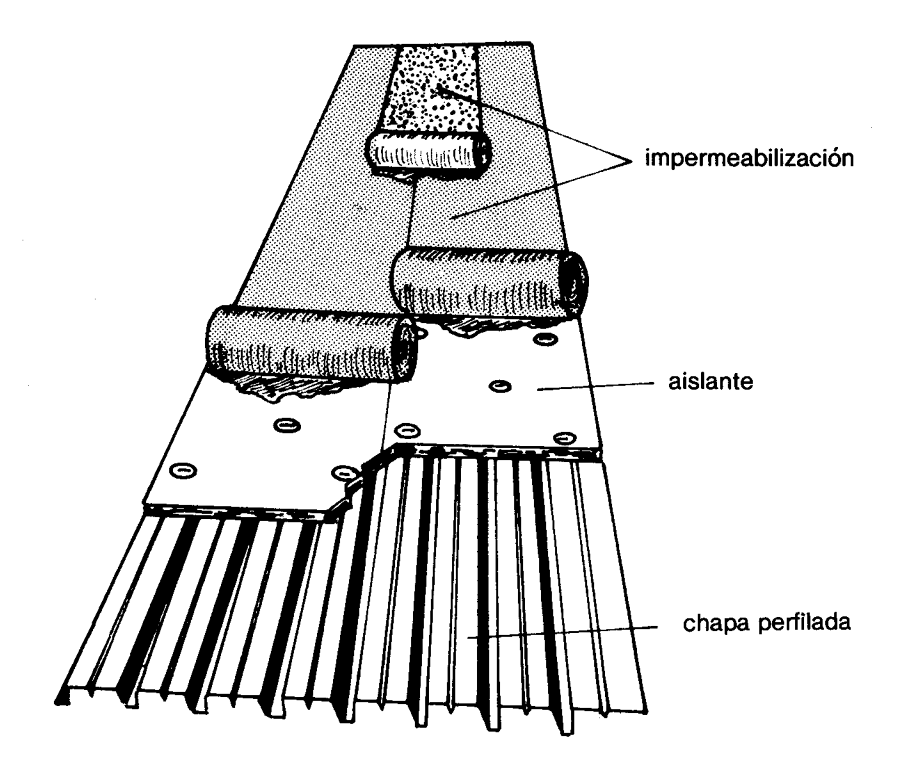


Figura 116

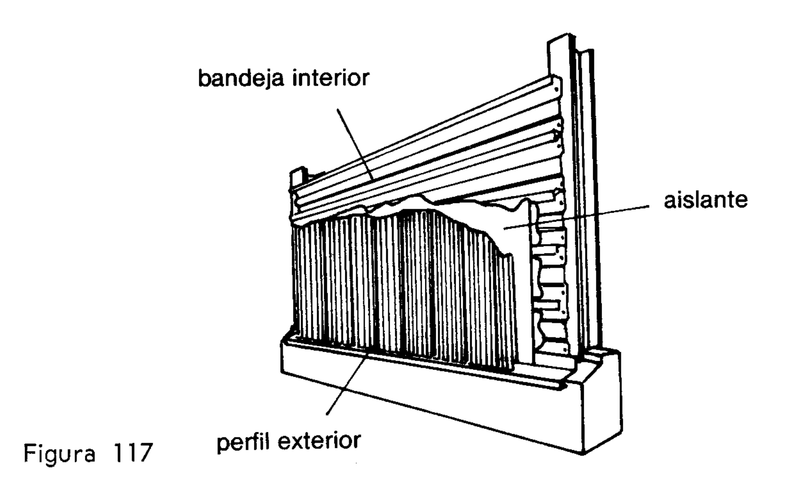


Figura 117

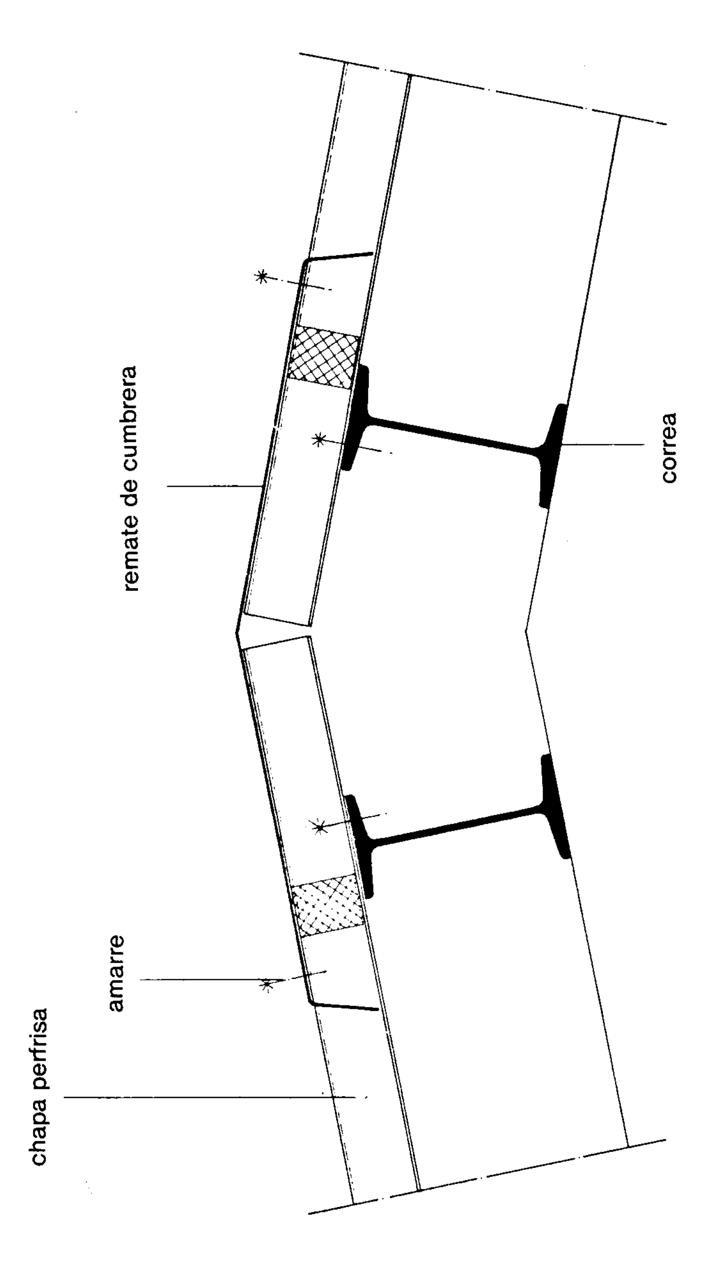


Figura 118

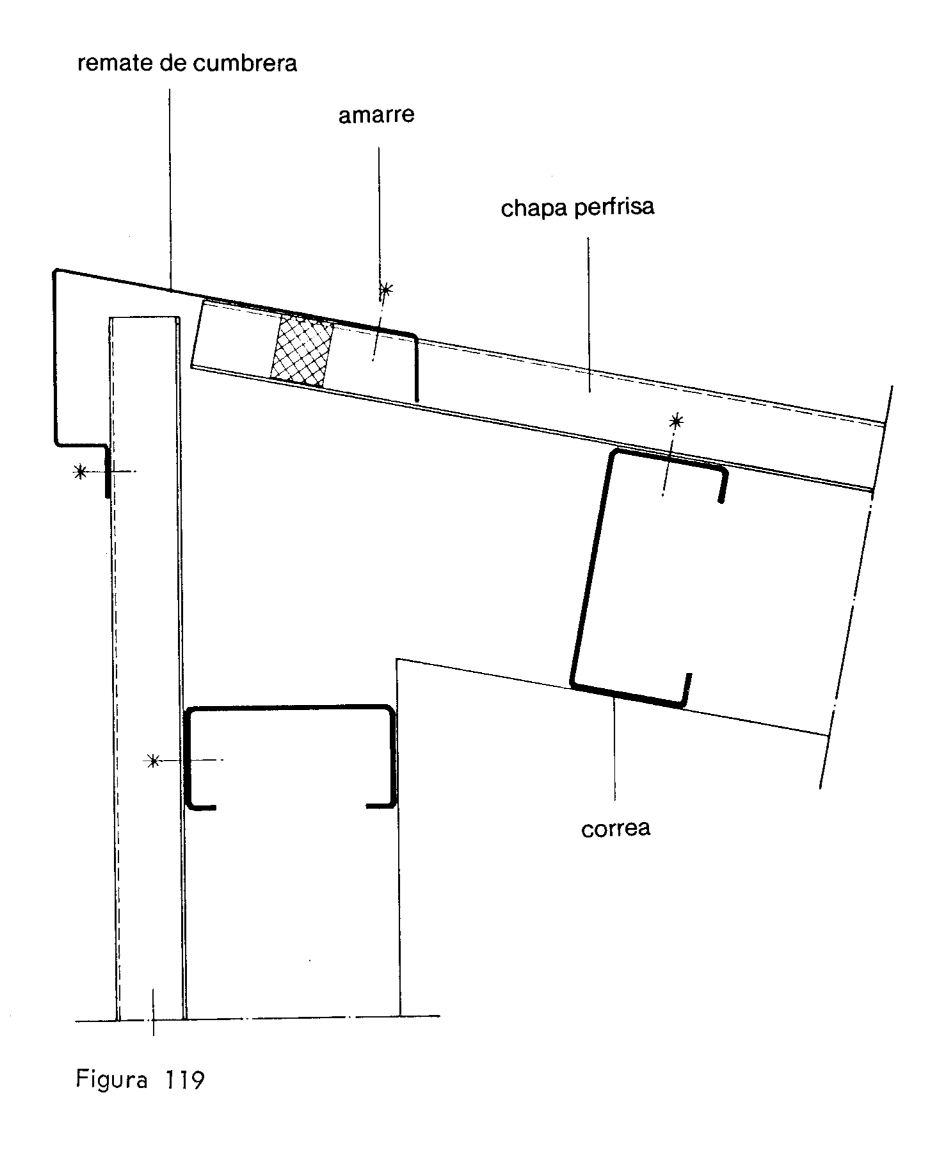


Figura 119

pared

remate en dos piezas

chapa perfrisa

amarre

correa

Figura 120

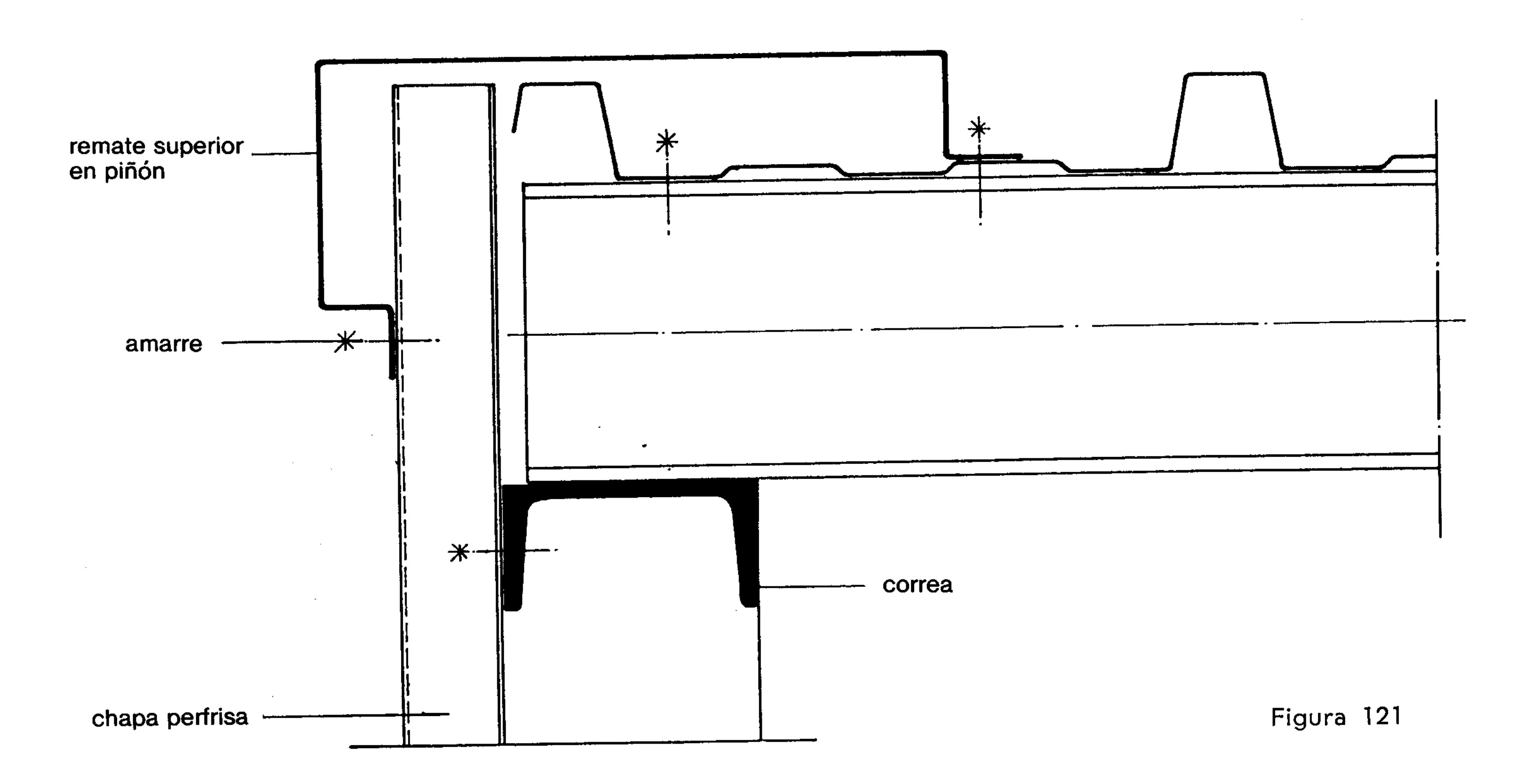


Figura 121

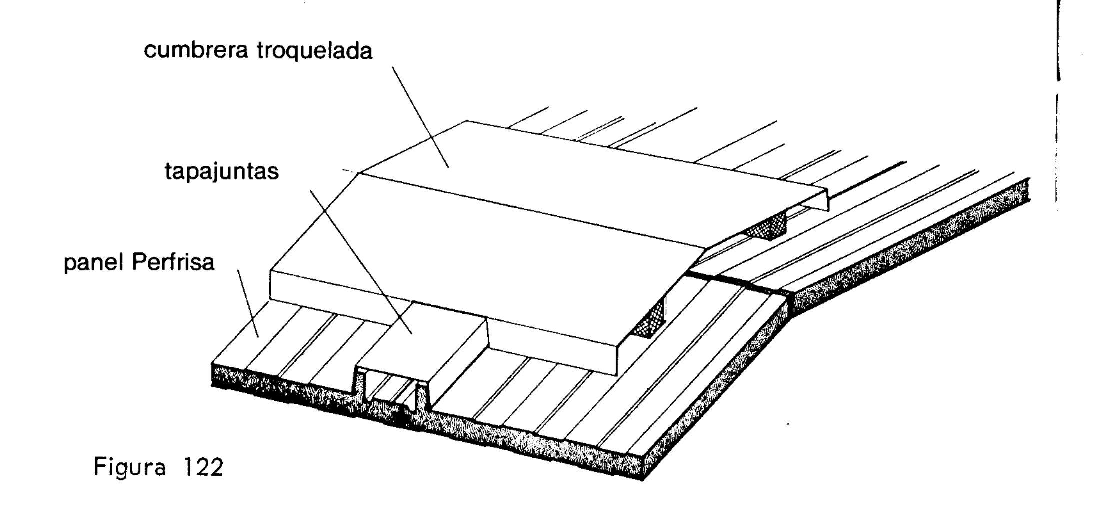


Figura 122

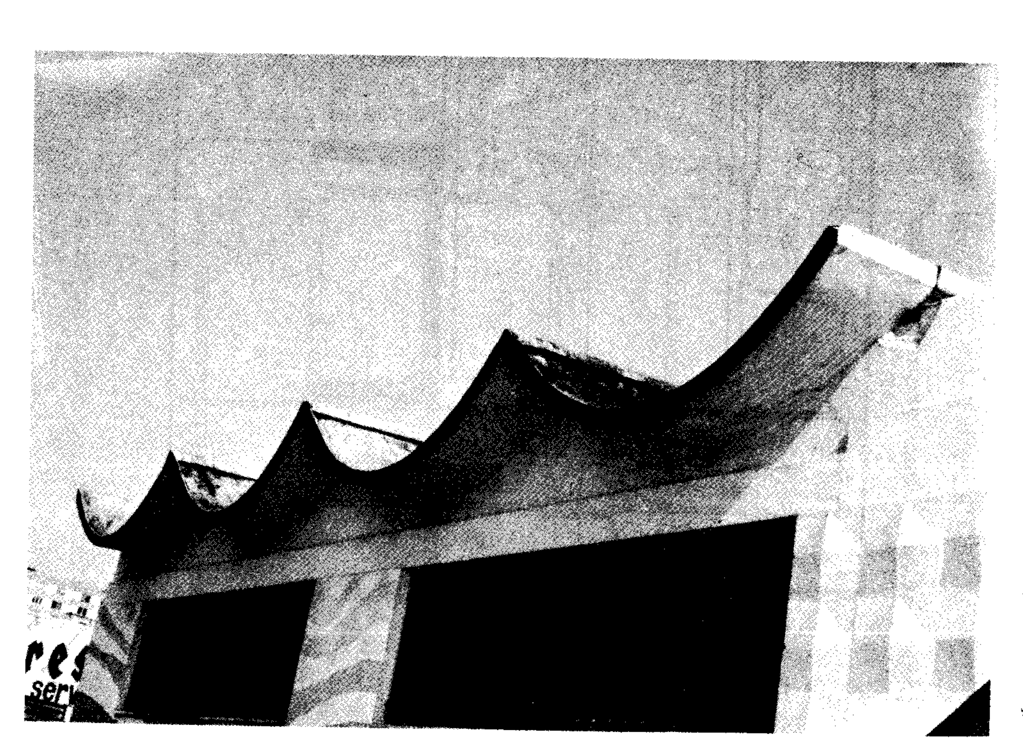


Figura 123



Figura 124

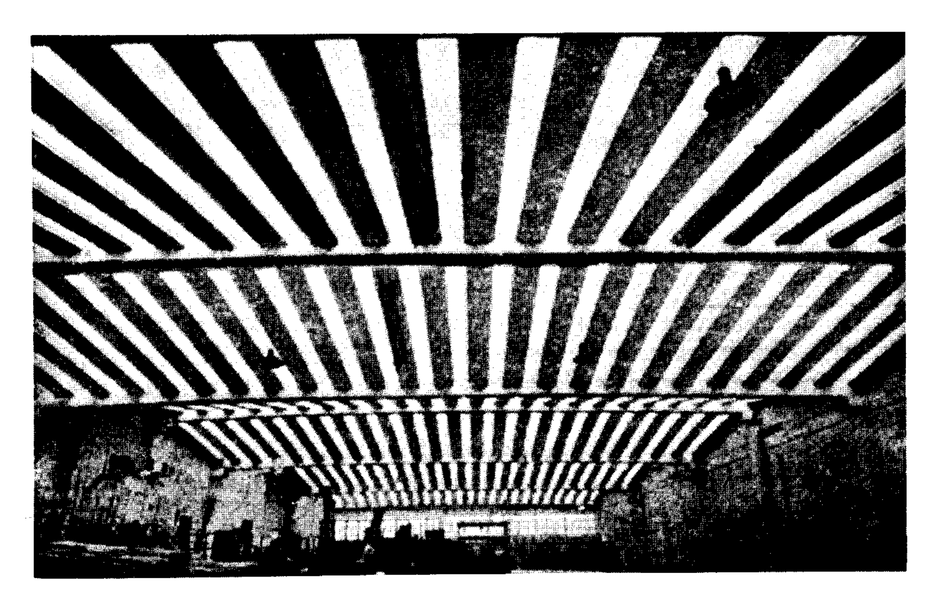


Figura 125

MATERIALES ASFALTICOS

Los recubrimientos asfálticos pueden ser prefabricados o construidos en obra. Los prefabricados se aplican tal y como se reciben del fabricante, no necesitando la incorporación de ninguno de los componentes principales. En cambio, en los que se construyen en obra, los componentes principales se reúnen en el momento de su aplicación.

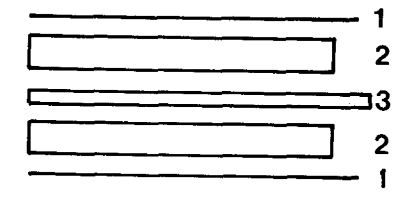
En esencia la composición de ambos tipos de recubrimientos es la misma: material asfáltico y armaduras, orgánicas o inorgánicas, que actúan de soporte o refuerzo.

Los recubrimientos «in situ» suelen ser:

a) Emulsiones asfálticas aplicadas con espesores de 1 mm como máximo, armadas con fibra de vidrio.
b) Asfaltos oxidados aplicados fundidos, con intercalado de láminas asfálticas de poco grosor o fieltros de cartón o fibra de vidrio saturados de asfalto.

Los prefabricados asfálticos, generalmente láminas, suelen tener espesores de 2 a 5 mm y constan de:

- material antiadherente o autoprotector,
- pasta asfáltica,
- armadura o armaduras,
- pasta asfáltica,
- material antiadherente.



1. Mat. antiadherente
2. Mat. bituminoso
3. Armadura

Figura 126

1. Autoprotección
2. Mat. bituminoso
3. Armadura
4. Mat. autoadherente

Figura 127

Pueden ser láminas con o sin autoprotección. Las primeras pueden ir vistas, sin protección posterior, en tanto que las segundas deben quedar forzosamente cubiertas por algún otro material (protección pesada o una lámina con autoprotección).

Un esquema de la composición de las láminas se indica en las figuras 126 y 127. Como materiales se emplean los siguiente:

Armaduras	velo de fibra de vidrio tejido de fibra de vidrio cartón saturado de asfalto lámina de polietileno lámina de poliéster fieltro de poliéster
Recubrimientos	asfalto oxidado asfalto oxidado modificado con polímeros betún asfáltico modificado con polímeros
Antiadherente	láminas de polietileno arena fina
Autoprotección	láminas de aluminio gofrado, natural o teñido pizarra triturada, natural o teñida áridos cerámicos

Existe una normativa (UNE 104-238-84, 104-239-84 y 104-242-84) que especifican las características de estos materiales y su puesta en obra está regulada por la Norma Básica de la Impermeabilización y las Normas Tecnológicas (NTE).

Dentro de las láminas autoprotegidas deben citarse las placas asfálticas, que se presentan troqueladas en diferentes formas y tamaños. En el capítulo se exponen también su forma de instalación.

Las características de las láminas asfálticas varían notablemente según su composición y, lógicamente, según su peso. A título orientativo en la tabla VII se resumen comparativamente las cualidades de las láminas según su armadura.

TABLA 4. COMPORTAMIENTO COMPARATIVO DE LAS DISTINTAS ARMADURAS EMPLEADAS EN LA FABRICACION DE LAMINAS ASFALTICAS.

	Fieltro celulós.	Fieltro fibra vidrio	Tejido fibra vidrio	Lámina polietileno	Fieltro poliéster
Resistencia a la tracción	B	B	MB	R	MB
Resistencia al punzonamiento	R	M	M	B	MB
Resistencia al desgarre	R	M	R	B	MB
Estabilidad dimensional	R	MB	MB	B	B

Existen láminas fabricadas con doble armadura (polietileno-polietileno, fieltro de fibra de vidrio-fieltro de poliéster, tejido de fibra de vidrio-fieltro de poliéster, fieltro de fibra de vidrio-film de polietileno, etc.) que combinan las características de ambos componentes, con resultados muy mejorados.

En cuanto a los recubrimientos asfálticos, el desarrollo de los oxiasfaltos modificados con elastómeros y especialmente de los betunes modificados también con elastómeros ha representado una notable mejora en las características de las láminas. Así, la resistencia al envejecimiento del oxiasfalto se mejora con la adición de las resinas. Esta resistencia es todavía mayor cuando se emplean betunes modificados. En la Tabla 5 se resumen comparativamente las características de láminas del mismo peso (4 kg/m^2), igual armadura (film de polietileno) pero fabricadas con materiales asfálticos distintos.

Finalmente, el espesor de la lámina influye en la mayoría de las cualidades y, sobre todo, en la duración de la impermeabilización. El recubrimiento asfáltico envejece lentamente, desde la superficie hacia el interior. Lógicamente, cuanto mayor sea el grosor de material de recubrimiento, mayor será el tiempo que tarde en degradarse.

TABLA 5. CARACTERISTICAS DE LAS LAMINAS ASFALTICAS DE 4 KG. DE PESO, CON ARMDURA DE POLIETILENO, FABRICADAS CON RECUBRIMIENTOS BITUMINOSOS DISTINTOS.

	Oxiasfalto	Oxiasfalto modificado	Betún modificado
Resistencia a la tracción, sentido longitudinal (N/2.5 cm)	70	80	100
Resistencia a la tracción, sentido transversal (N/2.5 cm)	60	70	80
Elongación (%)	300	300	500
Resistencia al frío (°C)	5	—5	—10
Resistencia al calor (°C)	70	70	80

ALQUITRANES

Suelen emplearse alquitranes mezclados con resinas sintéticas. Como en el caso de los asfaltos, existen también materiales de aplicación «in situ» y prefabricados.

Los materiales aplicados «in situ» se colocan fundidos y se refuerzan con armaduras, generalmente de aluminio. El número de capas oscila, siendo lo más usual tres capas de alquitrán y dos armaduras.

Los prefabricados suelen llevar PVC y cargas incorporadas para hacer posible la fabricación en forma de láminas. Sus espesores suelen ser de 2-3 mm, con pesos que oscilan entre los 3 y 4 kg/m^2.

LAMINAS SINTETICAS

De entre los diversos materiales sintéticos laminados que se emplean en la impermeabilización, los más usuales son el caucho butílico y el PVC.

Cauchos butílicos y EPDM. En general se fabrican con caucho butílico solo o con mezcla de éste y EPDM. No es usual la lámina de EPDM solo.

Sus características están normalizadas (UNE 53-586-84) y su espesor suele oscilar de 0,8 a 2 mm. Son materiales de gran resistencia al envejecimiento y que, en algunos tipos especiales, no requieren protección. Poseen gran elasticidad y resistencia al punzonamiento.

Requieren un cuidado especial en la unión de las piezas contiguas, los solapes conviene adherirlos con caucho butílico vulcanizable con pegamento u otro aditivo. El empleo de simples adhesivos no siempre es eficaz. Tratamiento similar deben tener las entregas perimetrales.

PVC. Existen diversos tipos de láminas de PVC para impermeabilizar. Las hay armadas con fibra de vidrio o tejido de poliéster (UNE 53-362 y 53-363) y sin armadura (UNE 53-358-80). Sus espesores oscilan entre 0,5 y 2 mm y pueden ser resistentes a la intemperie o no. Los resistentes suelen ir encolados o clavados al soporte, en tanto que los no resistentes suelen ir sueltos y requieren protección pesada.

Las uniones entre las juntas contiguas suelen efectuarse por soldadura, mediante fusión con aire caliente. No debe emplearse sopletes de gas, pues la llama descompone el PVC y, además de destruirlo, produce gases que pueden ser tóxicos.

Cuando las láminas son de poco espesor, la unión se efectúa mediante adhesivos o, en algunos casos, disolventes.

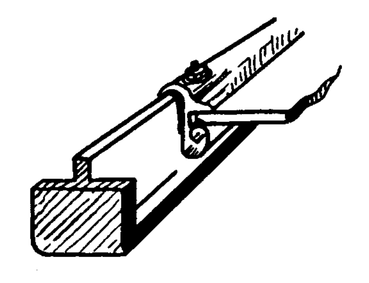
OTRAS LAMINAS

La evolución constante de la industria química hace que continuamente aparezcan en el mercado nuevos productos sintéticos. Lógicamente la construcción viene también afectada por las innovaciones y son bastantes los productos laminados que se ensayan e incluso se aplican en substitución de los tradicionales en la impermeabilización. A título meramente informativo pueden citarse:

— CPE
— Polietileno alta presión
— Hy-load

VIDRIO

El vidrio se emplea como material de cubierta en aquellas partes en las que conviene dejar paso a la luz pero no a la lluvia. Se utiliza gene-



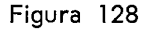


Figura 128

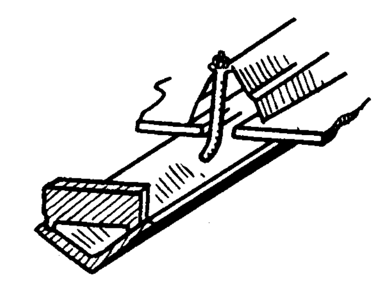


Figura 129

ralmente en las claraboyas con baldosillas sobre armadura metálica. Para evitar goteras debe prescribirse el empleo de masilla, aconsejándose el apoyo sobre reguero de cinc (Fig. 128) o sobre perfil en **V** (Fig. 129).

DESAGÜES DE CUBIERTAS

Los materiales utilizados en los desagües de las cubiertas suelen ser de fibrocemento o PVC, sus diámetros están normalizados y su instalación no es difícil. Los catálogos de los fabricantes contienen suficiente número de piezas especiales (codos, tes, desviaciones, etc.), para permitir realizar cualquier instalación.

El cálculo de las secciones a utilizar viene indicado en la Norma Tecnológica de la Edificación.

AZOTEAS CON CAMARA DE AIRE

Las azoteas con cámara de aire y «a la catalana»; que hasta hace muy pocas décadas eran tan usuales, han caído prácticamente en desuso, debido a la laboriosidad de su ejecución y, en consecuencia, a su elevado coste y a la aparición de otros sistemas y materiales más eficaces, tanto en lo que a aislamiento se refiere, como a poder impermeable.

Se basan en un pavimento flotante, separado del forjado por una cámara de aire, de espesor variable, según la pendiente. En la figura 130 se muestra un esquema constructivo de estos tipos de cubiertas.

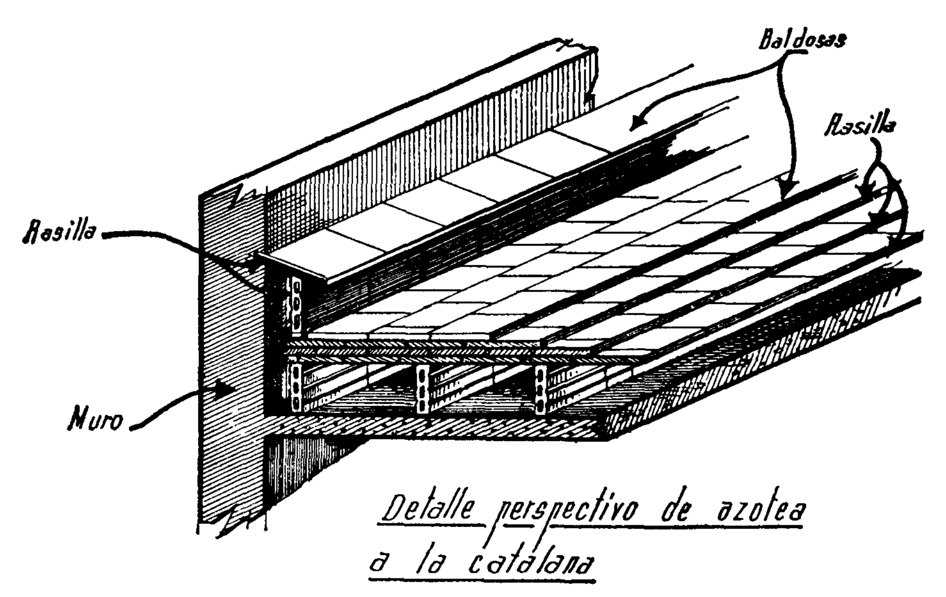


Figura 130

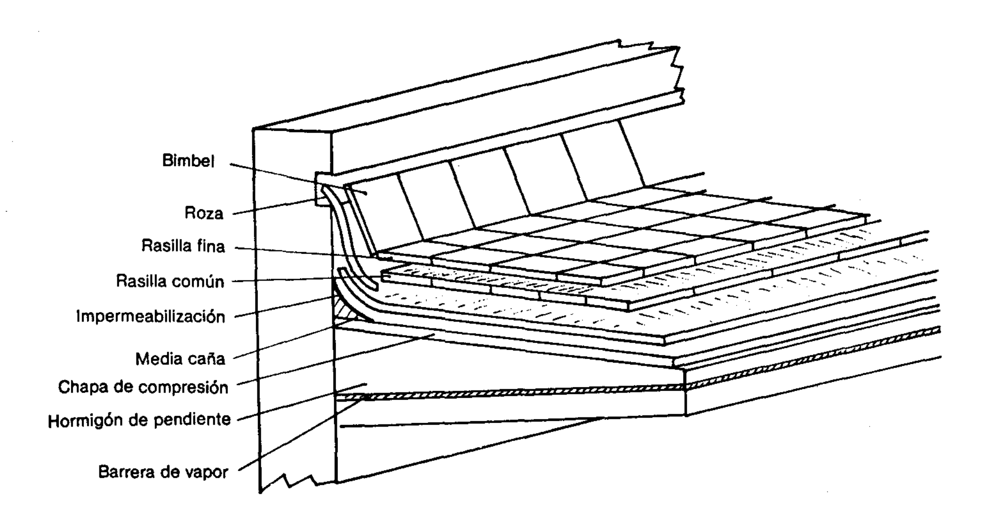


Figura 131

AZOTEAS TRANSITABLES SIN CAMARA DE AIRE

Estas han substituido prácticamente a las azoteas con cámara de aire. Las pendientes se forman aquí mediante un hormigón ligero, que actúa simultáneamente como material aislante.

La impermeabilización se consigue mediante láminas u otro tipo de membranas, que se protegen con dos capas de rasillas.

En la figura 131 se muestra un esquema de la composición de este tipo de terrazas y en el capítulo 7.° se dan indicaciones sobre su construcción (Cubiertas planas transitables).

CUBIERTAS PLANAS NO TRANSITABLES

No siempre las cubiertas planas son transitables. En tal caso es innecesario el empleo de pavimentos o embaldosados como acabados, bastando proteger la impermeabilización de las inclemencias atmosféricas, y especialmente de la luz y el calor solares, con un procedimiento más simple y económico.

Así, en estos casos, se podrá emplear como capa protectora una chapa de mortero, una capa de embaldosado, con rasilla común o fina (tomada con mortero asfáltico si la impermeabilización es asfáltica), o simplemente gravilla suelta (4-5 cm de espesor) o aglomerada (2-3 cm).

Los restantes componentes de la cubierta (barrera de vapor, aislamiento e impermeabilización) pueden ser análogas a las de las terrazas transitables. La Norma Tecnológica NTE-QNT da especificaciones para este tipo de cubiertas.

CUBIERTAS CON PENDIENTE

Si la cubierta tiene una pendiente superior al 3 %, su construcción variará notablemente. Para las cubiertas con pizarra, tejas o fibrocemento, el lector habrá encontrado ya explicaciones en páginas anteriores. Haremos aquí solo mención de las impermeabilizaciones y aislamientos.

Si el aislamiento debe colocarse por encima del forjado, será preciso que sea en forma de placas y, además, asegurar su perfecta fijación, de forma mecánica. Por otra parte, debido a la naturaleza poco consistente

de los materiales aislantes, deberán protegerse con una capa rígida, por ejemplo, una chapa de mortero de cemento portland, armado. Esta chapa servirá de soporte para la fijación de la impermeabilización, que deberá ser resistente a la intemperie y estar completamente adherida al soporte. Si se utilizan láminas asfálticas, éstas serán del tipo autoprotegido.

El diseño de la cubierta deberá estar hecho en función también de la frecuencia e intensidad de las nevadas de la zona, tanto en lo que a pendiente se refiere como a la sobrecarga que deba soportar.

En el capítulo 7.° se incluyen indicaciones para la construcción de estas cubiertas.

JUNTAS DE DILATACION

Las juntas de dilatación entre edificios o en un mismo edificio de grandes dimensiones suelen ser puntos singulares, donde la penetración de agua es más fácil. Su tratamiento deberá ser, por tanto, muy cuidadoso.

En los paramentos verticales (Fig. 132) suele colocarse primero un material de relleno (a veces se utiliza el mismo que se ha empleado al formar la junta), consistente en un plástico espumado blando (placa de poliestireno expandido, cordón celular, etc.), colocado a presión en su interior. El sellado se efectúa con masilla elástica y resistente a la intemperie. Para evitar que, al contraer la junta, la masilla sobresalga, el espesor de ésta deberá estar comprendido entre el 50 y el 100 % del ancho total de la junta. Existen también perfiles especiales de caucho sintético

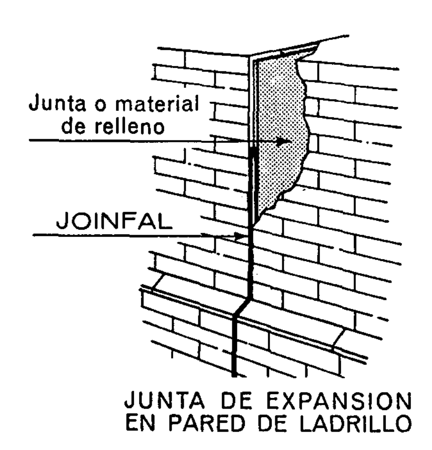


Figura 132

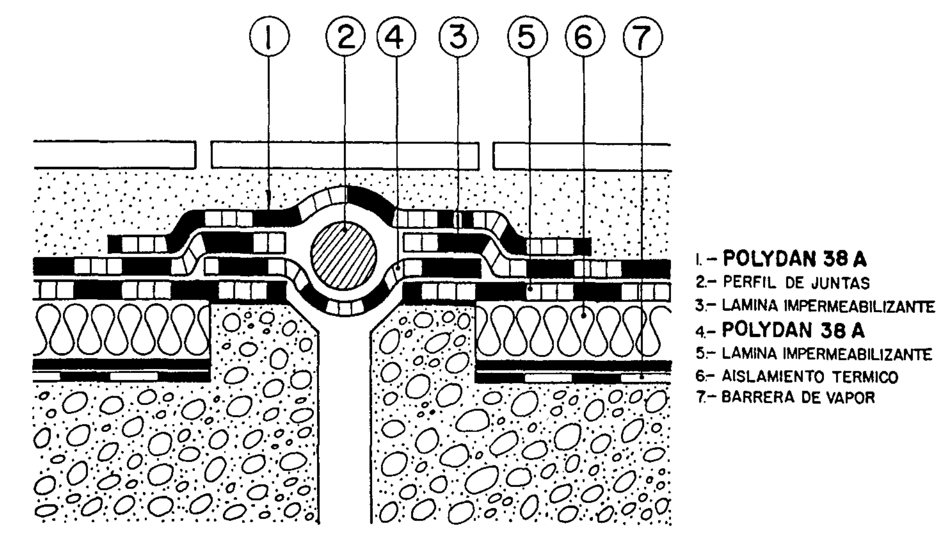


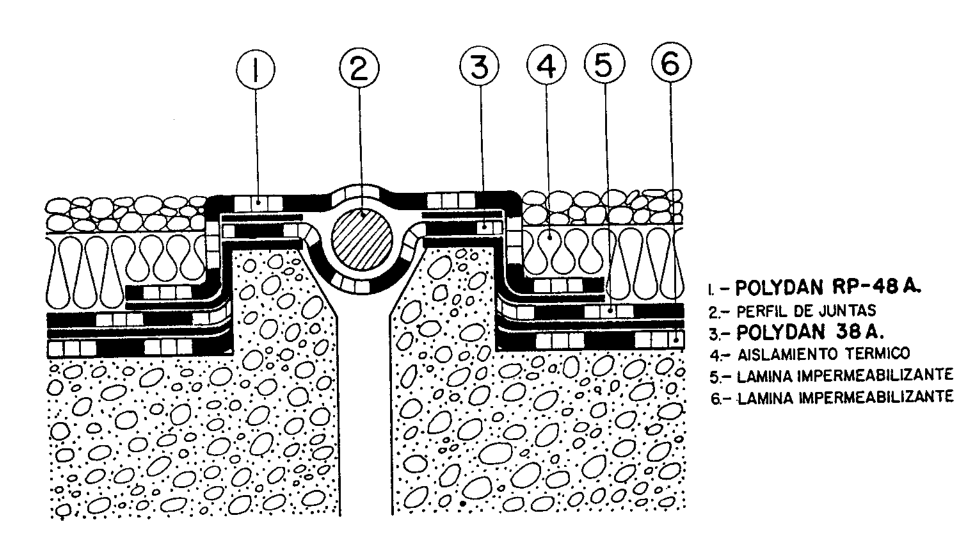
Figura 133

o PVC para cubrir las juntas exteriores. Su colocación es muy simple, ya que se introducen a presión y, por su diseño, son difíciles de extraer.

En los paramentos horizontales el tratamiento suele ser más complejo, ya que la junta atraviesa distintas capas de las cubiertas. En las figuras 133, 134 y 135 aparecen esquemas de soluciones de juntas. Nótese que éstas se mantienen en los hormigones de formación de pendientes y en las chapas de compresión. La impermeabilización viene reforzada con una capa de más, a ser posible de material elástico, que sea igual o compatible con el utilizado en el resto de la cubierta. En el refuerzo se forma un bucle para absorber los movimientos de la junta y el vacío interior del bucle se rellena con un material elástico (tubo de goma o cordón celular, por ejemplo). Finalmente, en los embaldosados, la junta se sellará con una masilla elástica.

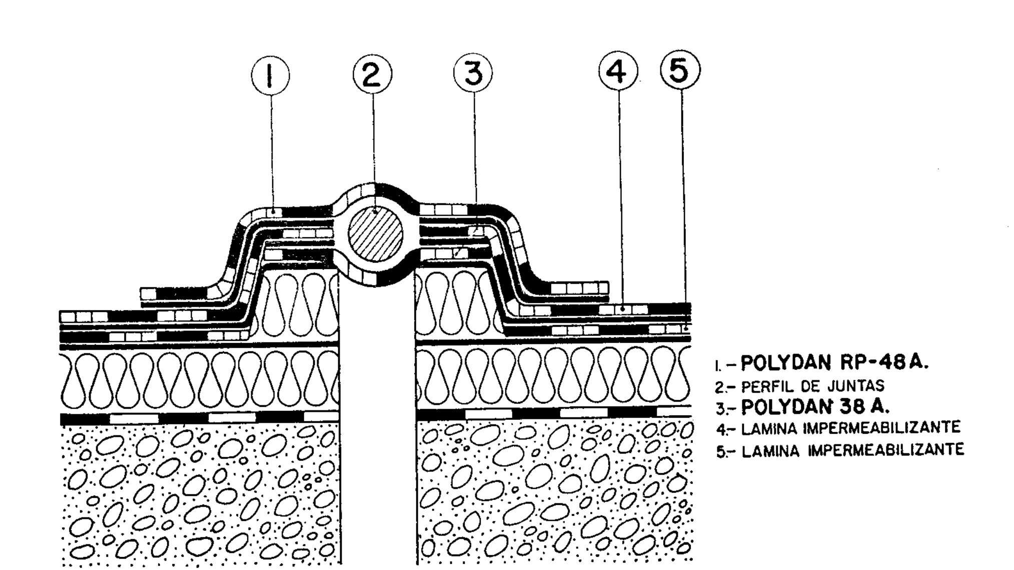
Es muy importante que las juntas no coincidan con las limahoyas de la cubierta y, en consecuencia, los bajantes deben quedar apartados de ellas.

Cuando una junta deba cortar una canal, deberá forzosamente dividirse la canal en dos, mediante un doble murete, con el fin de que la junta quede elevada.



JUNTA DE DILATACION CI-2

Figura 134



JUNTA DE DILATACION CAP-4

Figura 135

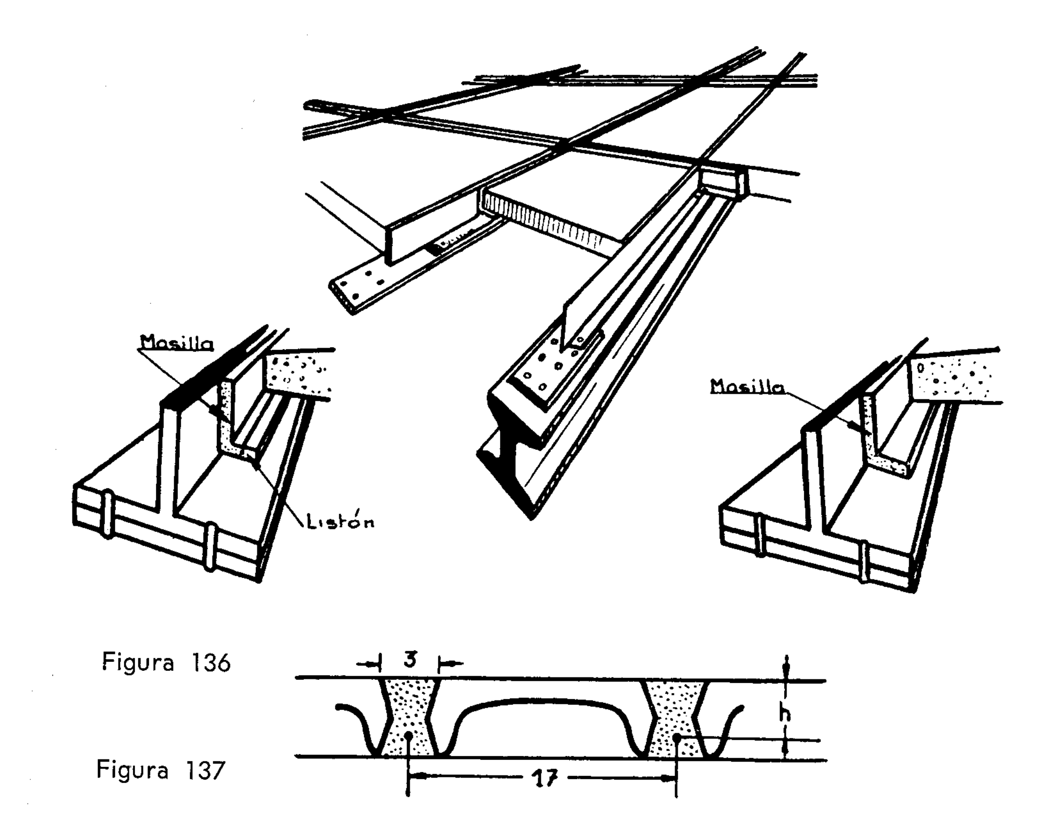


Figura 136

Figura 137

CLARABOYAS PISABLES

Para conseguir la impermeabilidad de claraboyas pisables, deben tomarse las siguientes precauciones: las baldosas prensadas, montadas sobre armazón de hierros laminados, deben dejar entre su canto y el nervio de hierro una franquicia de 3 a 5 mm, para prevenir las diferencias de dilatación entre uno y otro material; no descansarán directamente sobre las aletas del perfil laminado, sino que dejarán entre ellas y éstas 1 cm, montándose sobre listones de madera blanda y cemento o masilla, o por medio de cemento muy magro (1 de cemento por 8 de arena), añadiéndose algún producto impermeabilizante (Fig. 136).

Si se emplea pavés, las baldosas se colocarán a distancia de 3 cm una de otra (Fig. 137), pudiéndose reducir a medio centímetro en caso de pavés circular. Se interpondrá una capa elástica entre el hormigón y el vidrio (por ejemplo un baño de asfalto); y para evitar el fondo negro

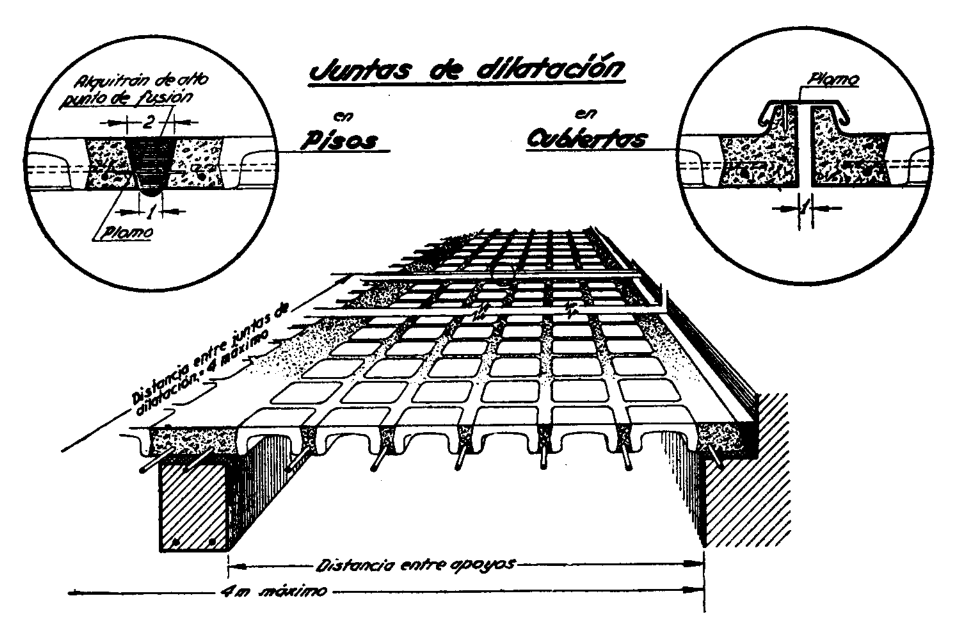


Figura 138

producido por aquél se pinta el canto del pavés con una pintura de color claro (verde mar).

SUELOS DE HORMIGON TRASLUCIDO

En la figura número 138 pueden apreciarse diversas soluciones de juntas de dilatación en pisos y cubiertas.

Es de necesidad absoluta mantener totalmente independiente la obra de hormigón traslúcido con respecto de la obra maestra.

Asimismo es bien conocida la variación tan grande que existe en la contracción de los hormigones según su clase y dosificación, así como por la calidad y granulometría de los áridos.

Para reducir esta variación en el hormigón translúcido es aconsejable la siguiente mezcla:

a) Un volumen de cemento Portland.
b) Un volumen de cal perfectamente apagada.
c) Cuatro volúmenes de arena lavada.
d) La menor cantidad de agua posible.

En cuanto a la armadura del hormigón traslúcido puede calcularse con una aproximación suficiente, aplicando las fórmulas corrientes del hormigón armado.

Las varillas de hierro es preciso queden totalmente envueltas de hormigón de manera que en ninguno de sus puntos pueda haber contacto entre hierro y vidrio.

Igualmente se evitará en todo caso el contacto entre dos piezas de vidrio, procurándolo por una junta de hormigón nunca inferior a cinco milímetros (Fig. 139).

Pero si es necesario fabricar varios paneles de idénticas características y dimensiones (hasta dos metros cuadrados de superficie) destinados a la misma obra, es conveniente prefabricar en taller estas placas y después transportarlas a pie de obra para su colocación.

Son numerosas y muy importantes las ventajas, tanto de orden técnico como práctico que la prefabricación en serie de los paneles de hormigón translúcido reporta, pero todas quedan resumidas en las tres que se detallan a continuación:

1.ª Rendimiento máximo de la mano de obra (3 a 4 veces más producción).
2.ª Mejor y más esmerada fabricación.
3.ª Más fácil y rápida colocación en obra.

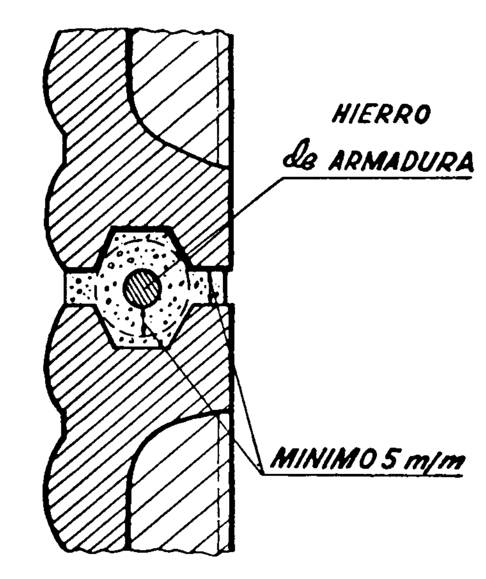


Figura 139

Ahora bien, para que la fabricación en serie de paneles de hormigón translúcido reporte estas ventajas, es necesario tener en cuenta:

a) El peso de las placas terminadas debe ser, como máximo, de 60 a 80 Kg/m^2, según el modelo, para que sean fácilmente transportables.
b) Las dimensiones de las placas no deben ser excesivas, para reducir en lo posible el riesgo de rotura en su manipulación.

Realización

Los moldes pueden ser de madera, de cemento, de yeso o escayola Los largueros que forman el marco o bastidor del molde, serán de madera y desmontables (Fig. 140).

La colocación de los moldeados de vidrio dentro del molde, quedará exactamente fijada por un reticulado débilmente marcado en relieve sobre el fondo de dicho molde, cuyo reticulado en relieve tendrá el ancho del nervio de hormigón si es de cemento o yeso, y una altura de 3 a 4 mm; pero si se hace de madera es necesario dejar una holgura de 1 a 2 mm

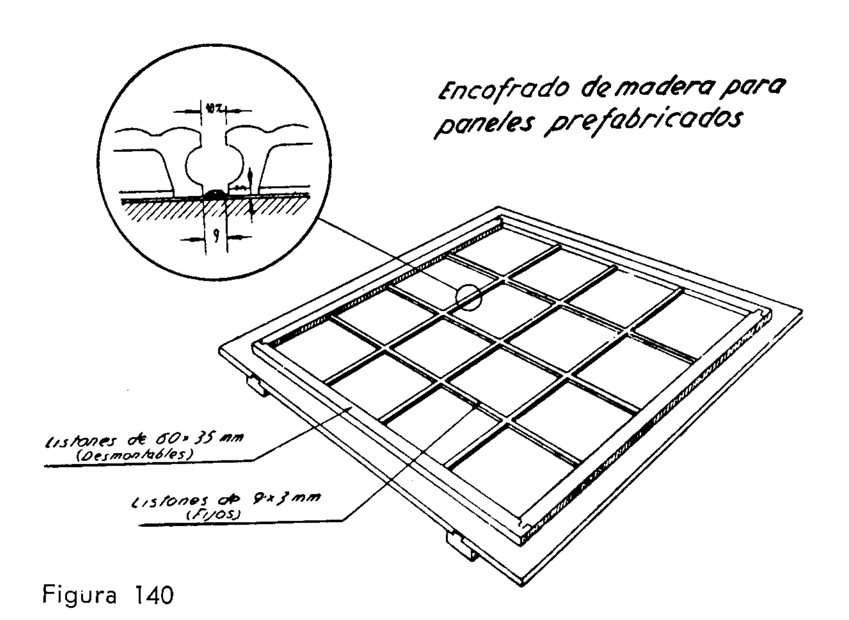
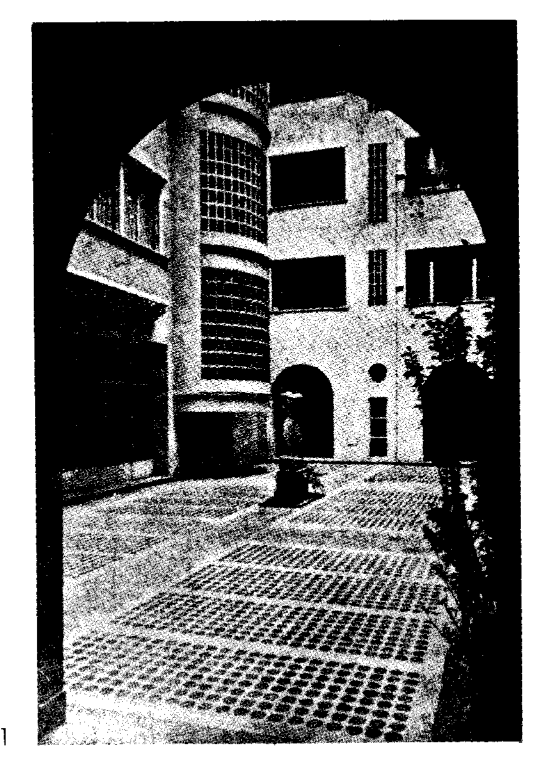


Figura 140


Figura 141

para compensar el posible aumento de su volumen al humedecerse con el agua del hormigón.

En primer lugar se colocan las piezas de vidrio boca abajo en las casillas de reticulado correspondiente, y después se vierte una primera capa de hormigón de 1 cm si las placas son para pisos, y hasta la mitad de la altura del moldeado de vidrio si están destinadas a tabiques.

Seguidamente se colocan las varillas de armadura y las varillas secundarias y a continuación se completa el relleno de hormigón y, pasadas unas horas, se alisan bien los nervios del mismo y se limpia la superficie de los moldeados de vidrio.

Cuando la placa haya fraguado lo suficiente, se separa o levanta del molde, y se repasan los nervios de hormigón de su segunda cara. Para el completo fraguado de la placa debe permanecer en sitio resguardado del sol y aire, en ambiente húmedo, durante un mes aproximadamente.

En las figuras 141 y 142 pueden verse dos interesantes aplicaciones del pavés en suelos.

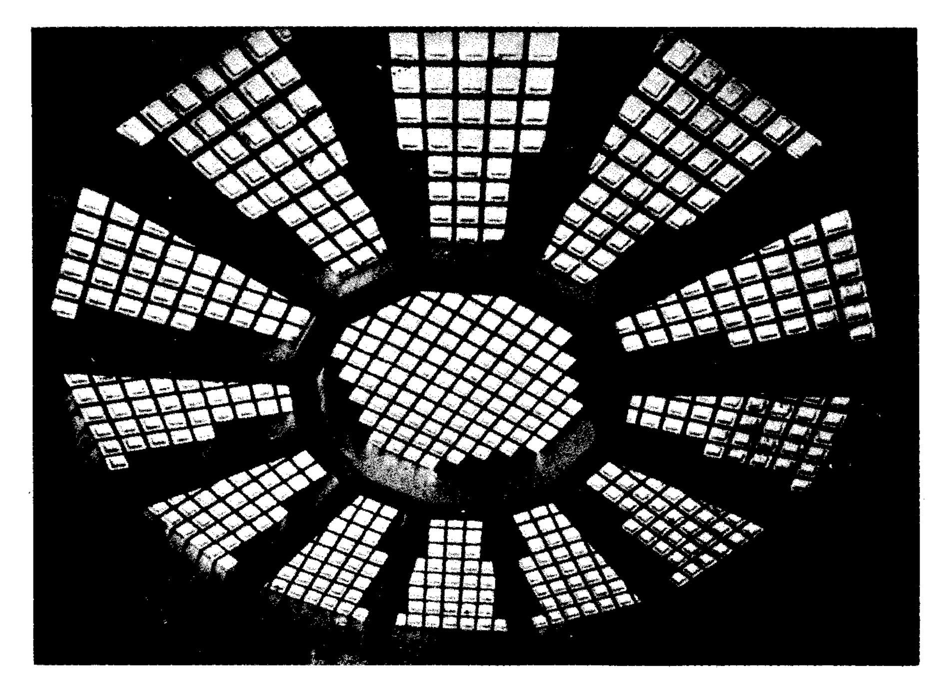


Figura 142

PROTECCION CONTRA NIEVE Y HIELO

La nieve es a menudo causa de infiltraciones de agua a través de la cubierta, debido a acumulación de hielo principalmente en las canales. La nieve fundida por el sol durante el día, se hiela de noche en las canales e impide el desagüe de las aguas de fusión y provoca que se remonte por debajo de las tejas (Fig. 143).

También el calor que escapa del interior de las casas funde la nieve acumulada en los tejados y da lugar a la formación de carámbanos en los aleros (Fig. 144). Particularmente peligroso es este proceso en las limahoyas y lucernarios (Fig. 145) en donde es causa de numerosas goteras.

Generalmente en las regiones de clima no demasiado riguroso se puede aminorar la formación de hielo por la fusión de la nieve mediante un buen aislamiento térmico de la cubierta de la vivienda (lana de vidrio, etcétera), y una buena ventilación inmediatamente debajo de las tejas a través de la cornisa (Figs. 146 y 147).

En casos más graves o en edificios que exigen mayores comodidades se puede instalar un sistema de deshielo térmico (aceras y entradas de hoteles, etc.). Estas instalaciones se hacen a base de tubos de agua caliente o de cables eléctricos colocados bajo la zona a deshelar. La nieve se elimina por fusión, pudiendo funcionar el sistema automáticamente

Figura 143

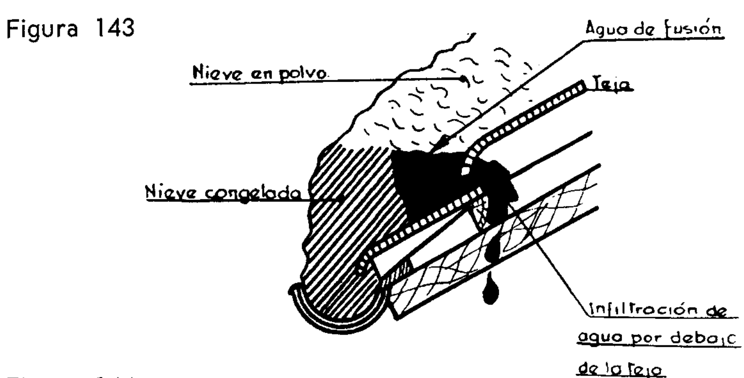


Figura 144





Figura 145

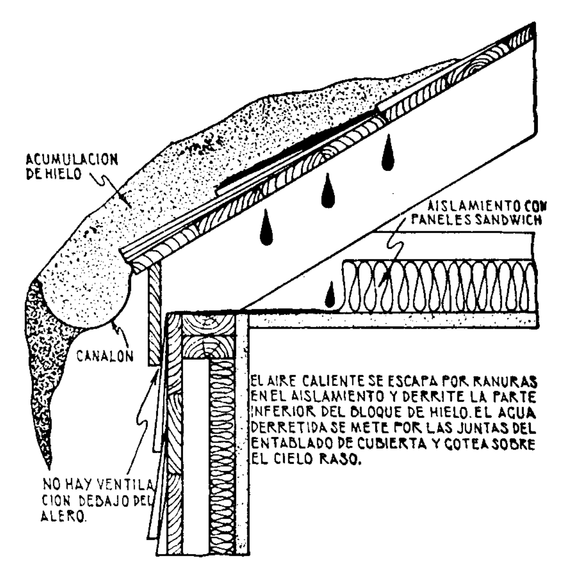
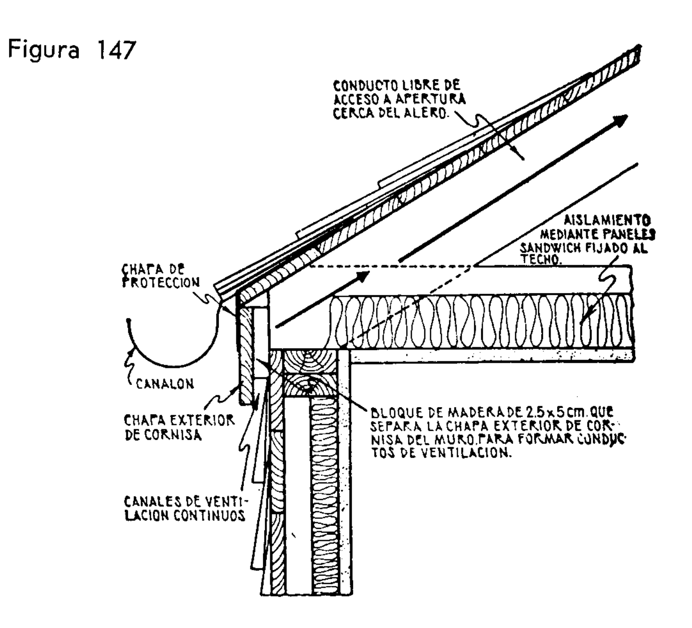


Figura 146

Figura 147



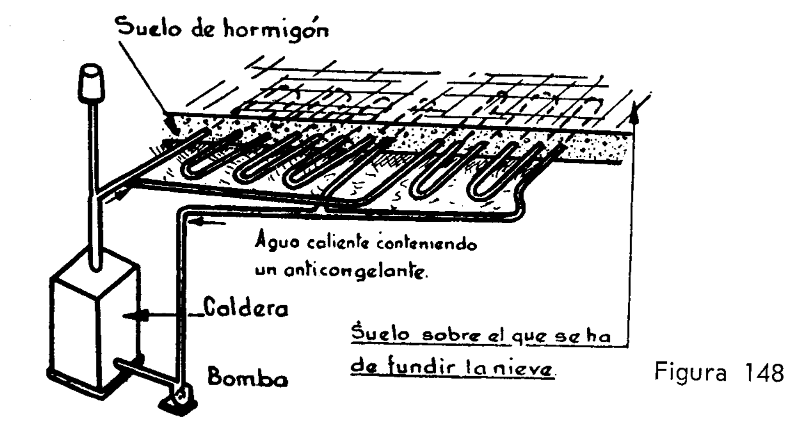


Figura 148

mediante conmutadores accionados por gravedad (una nevada provoca por su peso el encendido), por fusión (la formación de agua por fusión natural de la nieve provoca un contacto eléctrico), o por una célula fotoeléctrica (utilizando la elevada reflexión luminosa de la nieve. El último sistema es el más empleado en América.

La instalación es semejante a una calefacción central con radiadores bajo tierra. Suelen colocarse tubos espaciados de 40 a 60 cm y embutidos en una placa de hormigón de 6 a 8 cm (Fig. 148).

IV. Humedad de condensación

HUMEDAD CONTENIDA EN LA ATMOSFERA. AIRE SATURADO

El aire ambiente contiene siempre una cierta cantidad de vapor de agua. La cantidad de humedad tiene un límite que varía según la temperatura del aire. Así, por ejemplo, a 10° C el aire puede contener, como máximo 9.39 g de vapor de agua por cada metro cúbico. Si la temperatura es de 15° C, esta cantidad máxima es de 12.82 g. Cuando el aire contiene el máximo de vapor de agua que admite de acuerdo con su temperatura decimos que está saturado de humedad (Tabla 6).

GRADO DE HUMEDAD

El grado de humedad del aire puede expresarse de dos maneras:

a) Humedad absoluta: es la cantidad de vapor de agua, expresada en gramos, que hay en 1 m^3 de aire.
b) Humedad relativa o grado higrométrico: es el cociente entre la humedad absoluta y la humedad de saturación, expresada en tanto por ciento.

TABLA 6. SATURACION DE HUMEDADES SEGUN EL CALOR

Grados de calor en centígrados	Humedad atmosférica máxima, gramos por m³	Grados de calor en centígrados	Humedad atmosférica máxima, gramos por m³
—5	3,37	21	18,25
—4	3,64	22	19,33
—3	3,92	23	20,48
—2	4,22	24	21,68
—1	4,55	25	22,93
0	4,89	26	24,24
+1	5,23	27	25,64
2	5,60	28	27,09
3	5,98	29	28,62
4	6,39	30	30,21
5	6,82	31	31,89
6	7,28	32	33,64
7	7,76	33	35,48
8	8,28	34	37,40
9	8,82	35	39,41
10	9,39	36	41,51
11	10,01	37	43,71
12	10,64	38	46,00
13	11,32	39	48,40
14	12,03	40	50,91
15	12,82	41	53,52
16	13,59	42	56,25
17	14,43	43	59,09
18	15,31	44	62,05
19	16,25	45	65,14
20	17,22		

Así, si tenemos aire a 15° C que contiene 11.54 g de vapor por m³, tendremos las humedades siguientes:

Humedad absoluta: 11.54

$$\text{Humedad relativa: } \frac{\text{Hum. absoluta}}{\text{Hum. saturación}} = \frac{11.54}{12.82} \times 100 = 90\ \%$$

En general, cuando se habla de humedad, suele referirse a la humedad relativa.

CONDENSACION

Sucede a veces que el aire, que está a una temperatura determinada, está envuelto por superficies más frías. Es el caso de un edificio con buena calefacción pero mal aislado en las paredes y techos. En este caso, el frío de las paredes se transmite a las capas de aire que están en contacto con ellas; este aire baja de temperatura y origina condensaciones.

En el gráfico de la figura 149 se representan los pesos de vapor de agua en función de la temperatura y las humedades relativas. Veamos un ejemplo de la aplicación de esta tabla para comprender la formación de condensación.

A 16° C, la humedad de saturación es del 13.59 g de agua por m³ en tanto que, para una humedad del 50 % le corresponden 6.8 g por m³. Si un aire que está a 16° C de temperatura y tiene el 50 % de humedad lo enfriamos hasta 5° C aproximadamente, se iniciará la condensación, porque a esta temperatura, la humedad de saturación es de 6.8 g/m³. Algo similar sucederá si, sin hacer disminuir la temperatura del aire, las pare-

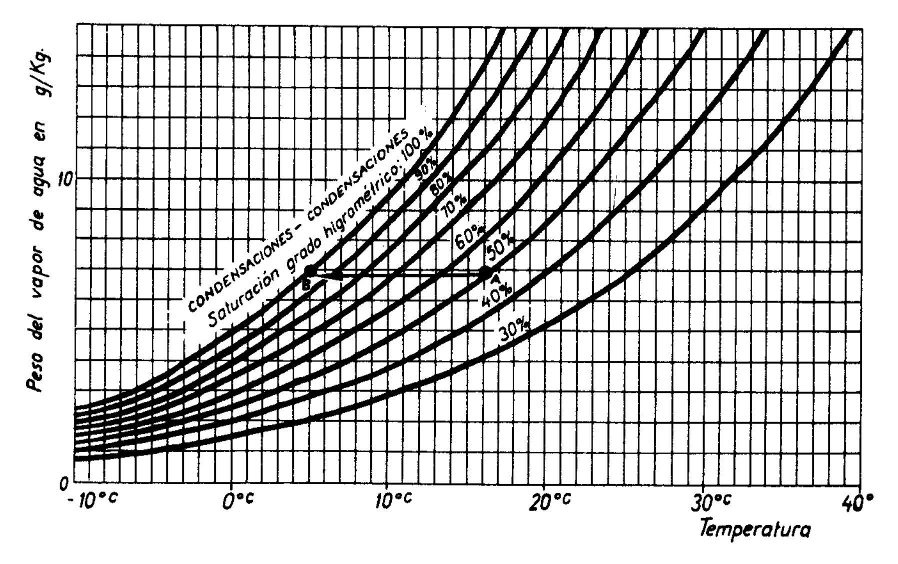


Figura 149

des con las que está en contacto tienen una temperatura inferior a 5° C. La condensación se producirá en ellas.

Esta teoría algo simplista se refiere a la atmósfera libre; en los poros de los materiales el fenómeno se produce de manera diferente. Si en la atmósfera libre sólo se producen condensaciones en grados higrométricos del 100 por 100, en los poros bastan grados higrométricos inferiores. Por ejemplo, en los poros de menos de 3 millonésimas de milímetro de diámetro (0,003 micras) la condensación llena los poros con un grado higrométrico de 70 por 100. Pero 30 por 100 de los poros de un hormigón son inferiores a la citada dimensión, por lo que se satura de agua con un grado higrométrico del 70 por 100.

Se comprende, en vista de los fenómenos descritos, que las condensaciones se producen en realidad con graduaciones higrométricas inferiores al 100 por 100: los poros absorben el agua.

De donde se deduce que no se debe tratar de suprimir del todo las condensaciones: sería antieconómico. Simplemente deben evitarse las condensaciones exageradas; las condensaciones accidentales y ligeras —sobre todo las que pueden ser absorbidas por los paramentos— no son en general, peligrosas. Las condensaciones que se producen sobre la superficie interior y aparente de los muros se contrarrestan a menudo por aumento de ventilación en invierno: sólo pueden ser debidas a focos de humedad interiores (cocinas, por ejemplo); en verano, en cambio, en locales refrigerados o sótanos, se remedia con ventilación mecánica y acondicionamiento de aire.

REMEDIOS CONTRA LA CONDENSACION

La condensación de demasiado vapor acuoso sobre las superficies interiores de paredes y techos puede remediarse mediante una adecuada calefacción en invierno, combinada con una buena ventilación de los locales y mediante el empleo de paredes con cámara de aire ventilada, como se ha descrito anteriormente (Figs. 95 y 96) o rellenas de un material aislante.

Un caso particular lo constituyen las ventanas y las claraboyas. Los vidrios son las superficies más expuestas a recoger la condensación permanente, a causa de su escaso o nulo aislamiento. Las ventajas de doble vidriera reducirán dicho efecto, pero muy pocas veces compensará esta disposición su exceso de coste, ya que la humedad en los cristales no tiene los inconvenientes que la precipitada sobre otros materiales, cuyo decorado puede estropear. El agua formada sobre los cristales, si no se

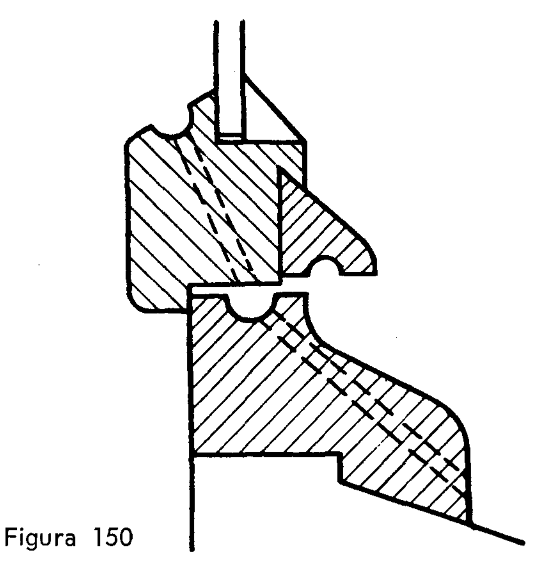


Figura 150

evapora, fluye hasta su parte inferior, en donde es recogida en un surco o ranura del bastidor y sale al exterior por orificios apropiados, para evitar que su acumulación estropee el bastidor o deteriore el decorado de la parte baja de la pared (Fig. 150).

Igualmente, en la arista inferior de las claraboyas hay que disponer unas canales que recojan el agua de condensación y la conduzca al exterior para impedir que se formen goteras procedentes del interior.

Al considerar el coste del aislamiento o de los dobles cristales, además de tener en cuenta que es un remedio contra las condensaciones, debe también pensarse en el ahorro de calefacción y, cada vez más, en el ahorro de refrigeración en verano.

Una consecuencia desagradable de la condensación es la aparición de manchas negras en las zonas donde se ha producido. Estas manchas son debidas a la formación de hongos que tienen la propiedad de reproducirse con gran rapidez en las zonas húmedas. Es pues conveniente, además de atacar la condensación en sus orígenes, eliminar sus consecuencias. El tratamiento más eficaz para ello consiste en aplicar una pintura antimoho. No es aconsejable utilizar pinturas muy impermeables, sino algo porosas. Téngase en cuenta que, en muy pequeña escala, las condensaciones se producen siempre, pero el material de obra, y en especial el yeso, absorben esta humedad, que se produce en épocas frías y la devuelven a la atmósfera en las épocas de calor. Si se tapan los poros con una pintura impermeable, el agua se deposita y acumula en su superficie en cantidades mayores.

Hay casos en los que resulta inevitable verter agua, como en los emplazamientos de calderas de calefacción, salas de duchas y aseos en instalaciones deportivas, salas de limpieza de hoteles y hospitales, lavados de coche en garajes, etc. En tales casos es conveniente disponer de una capa impermeable debajo del pavimento.

En edificios calentados en forma continua y en cuyo interior no se producen vapores importantes, no suelen presentarse en la práctica problemas de condensación si los paramentos son suficientemente aislantes. Pero, en los casos de calefacción intermitente y de edificios ligeros, el aislamiento térmico puede resultar insuficiente para evitar las condensaciones en invierno: no hay entonces otro remedio que el de evitar que el edificio se enfríe exageradamente.

BARRERAS DE VAPOR

El fenómeno de la condensación tiene aspectos más complejos, incluso en edificios convenientemente aislados. El aire y el vapor de agua que contiene penetra por los poros de los cerramientos y, en pequeñas cantidades, llega a atravesarlos si no son impermeables. Sucede que, en las épocas frías del año, a medida que el aire se aleja del interior del edificio, a través de paredes y techos, encuentra zonas con temperaturas más bajas (véase Fig. 151). Llegará un momento en que se iniciará la condensación y el agua formada quedará estacionada en el interior de la pared. Como que el movimiento del aire es continuo, también la condensación del agua seguirá produciéndose constantemente.

Si bien las cantidades de agua que se originan son muy pequeñas, con el transcurso del tiempo pueden llegar a ser considerables. Cuando la pared o el techo están empapados o contienen cantidades importantes de agua, su poder aislante disminuye y pueden producirse además deterioros debidos a la humedad. Si la temperatura sigue bajando y se alcanzan los 0° C, el agua se hiela y el peligro es aún superior.

Cuando los edificios están provistos de aislamiento térmico (hormigón ligero o placas aislantes en las cubiertas, placas o materiales porosos en las cámaras de aire de las paredes, etc.), el agua condensada puede llegar a empapar el aislamiento, con gran facilidad, debido a su naturaleza porosa. Este pierde sus propiedades aislantes, debido a que el agua es un buen conductor del calor, con lo que su función queda prácticamente anulada.

Este fenómeno puede ser grave en zonas de clima muy frío y con humedad ambiente alta, y no es tan peligroso en los climas templados y

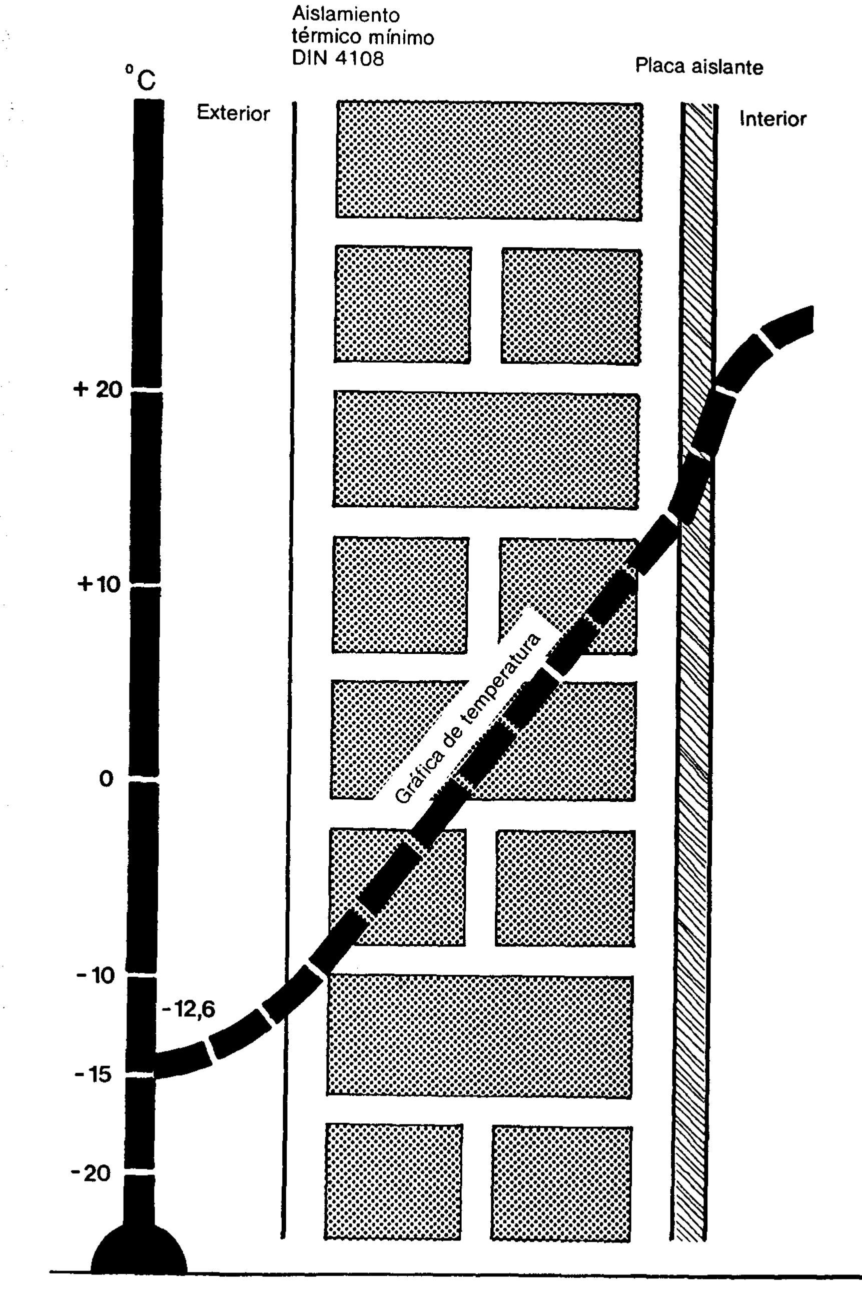


Figura 151

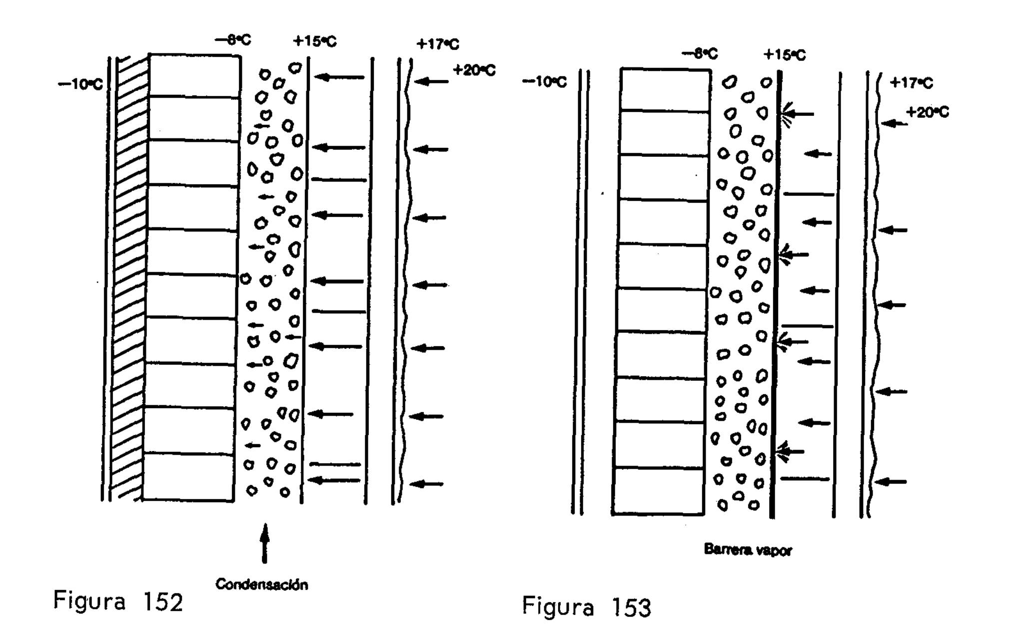


Figura 152

Figura 153

cálidos. Téngase en cuenta que, si bien en invierno sí se producen condensaciones de este tipo, en los cerramientos, en verano, cuando la temperatura exterior es alta, esta agua se evapora y el aire la elimina paulatinamente.

Para evitar estas condensaciones se recurre a las barreras de vapor. Estas consisten en una capa de material impermeable al vapor de agua, que suele aplicarse lo más cerca posible de la cara interior de los cerramientos (Figs. 152 y 153). Constan generalmente de una o más capas de pintura asfáltica espesa, de una capa de oxiasfalto fundido o de una lámina impermeabilizante de poco espesor.

Es pues un tipo de protección que no siempre es necesaria, debiéndose limitar su empleo a edificios situados en zonas de clima muy frío o a aquellos que, por otras razones contienen constantemente aire con elevada humedad relativa, por ejemplo en algunas industrias del sector textil, o con temperaturas anormalmente elevadas, por ejemplo hospitales.

V. Humedades accidentales

Humedades accidentales, que no son debidas a ninguna de las causas descritas anteriormente, son las provocadas por escapes en tuberías, salpicaduras en duchas, descuidos de personas en cuartos de baño, cocinas y lavaderos, etc.

Las roturas y escapes en las conducciones son generalmente determinables y perfectamente reparables. Pero a veces están ocultas y dan lugar a fenómenos confundibles con condensaciones o penetración de humedad del exterior. Así, por ejemplo, en las superficies de las tuberías de agua fría puede presentarse agua de condensación que se extiende por las paredes. Como regla general deben cuidarse la salida de aguas por sitios en que las cañerías atraviesan pendientes con especial esmero los techos y muros, debiéndolo hacer a través de fundas que aíslen las conducciones de los paramentos. Cuando las aguas accidentales provienen del fregado de los suelos con exceso de agua, ésta puede infiltrarse a través de las baldosas y penetrar en el techo. Cuando se trata de edificios en que haya de prever tales prácticas (laboratorios, etc.), deben tomarse precauciones que aseguren la salida del agua por pendientes y sumideros. Hay casos en que resulta inevitable verter aguas, como en los emplazamientos de calderas de calefacción, donde conviene disponer de una capa impermeable (Fig. 154).

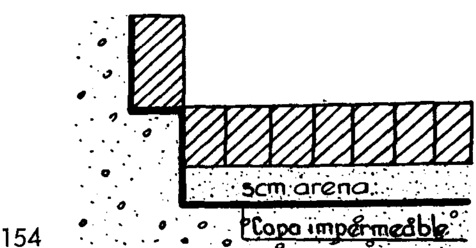


Figura 154

PROTECCION CONTRA LAS AGUAS DE ALIMENTACION Y LAS RESIDUALES

La protección contra las aguas residuales es análoga a la protección contra las aguas subterráneas y se refiere principalmente a las aguas ácidas, en particular, las residuales industriales. Las ventilaciones de las conducciones mejoran su resistencia a la corrosión y facilitan la evaporación de los productos químicos nocivos.

La protección contra las aguas de alimentación es más compleja. Se refiere desde luego a la corrosión que en esencia depende de la naturaleza del agua, que varía con las regiones. Ciertos fenómenos se producen con independencia de la naturaleza del agua, especialmente los debidos a la utilización de diversos metales en una misma distribución; al pasar, por ejemplo, el agua por una cañería de cobre disuelve un poco de cobre y éste puede depositarse más lejos, en una tubería o un depósito de acero galvanizado, acelerando así localmente la corrosión en el lugar donde se ha depositado.

PROTECCION DE LA MADERA CONTRA LOS HONGOS

Una de las consecuencias de la humedad es el ataque de los hongos a la madera.

Aunque existan muchas clases de hongos susceptibles de atacar la madera y aunque su acción no sea siempre idéntica, los procedimientos de protección o de tratamiento son prácticamente los mismos, por lo que sobra la necesidad de identificarlos.

Sus condiciones de vida son muy análogas. En esencia necesitan un contenido de humedad en la madera de más del 20 por 100, una temperatura entre 25 y 30 grados, oscuridad y mala ventilación. Se ve que la humedad juega un principalísimo papel, porque maderas con 20 por 100 de humedad sólo se encuentran en atmósferas con un grado higroscópico de más del 85 por 100 o en casos de maderas mal secadas.

Desde que consigue penetrar en un elemento de madera, el hongo se propaga y puede incluso atravesar los muros de ladrillo; según las condiciones climatológicas más o menos favorables, se desarrolla más o menos rápidamentes, pero en general, la lentitud de su acción no da protección suficiente porque las partes de la madera en donde se desarrolla el hongo suelen estar ocultas.

La primera técnica protectora es evidentemente la de protección contra la humedad. Una segunda técnica es la de tratar la madera, trata-

miento que puede servir simultáneamente contra los insectos y la ignifugación.

El producto de tratamiento es un antiséptico. Puede ser a base de brea o de derivados de su destilación, como el carboncillo, la creosota, etc., que son muy eficaces, pero colorantes e inutilizables para fondo de pintura, además son odorantes, por lo que sólo pueden utilizarse para casos especiales. Los productos fenólicos tienen sensiblemente las mismas propiedades antisépticas sin los inconvenientes de los productos precedentes; se emplean sobre todo los dinitrofenoles y los dinitrocresoles puros o mezclados con fluoruros, los pentaclorofenoles, la solución en ciertas mezclas de sales minerales. Existen muchos productos comerciales, pero no todos tienen la misma eficacia ni la misma durabilidad.

Se utilizan los procedimientos de impregnación siguientes:

— Impregnación con autoclave, reservada a piezas de madera preparadas en el taller, muy eficaz pero bastante costoso.
— Impregnación por inmersión de la madera en el producto de tratamiento, procedimiento en taller y más eficaz si se opera en caliente.
— Tratamiento por emplaste o pulverización, aplicable a las maderas en obra; pero sólo es superficial y debe renovarse periódicamente para ser eficaz.

VI. Materiales impermeabilizantes. Técnicas de aplicación

PINTURAS BITUMINOSAS

Pinturas bituminosas en emulsión

Suelen utilizarse emulsiones acuosas de material bituminoso de consistencia bastante espesa. Existe una amplia gama de estos productos en el mercado, debiendo seleccionarse aquéllas que posean mejor elasticidad, adherencia, resistencia y naturalmente, poder impermeabilizante.

Entre la extensa gama de productos bituminosos que se ofrecen en el mercado, deben escogerse los que destaquen por sus cualidades de impermeabilidad, elasticidad, adherencias, resistencias y anticorrosión.

Aplicaciones

Se aplican estas pinturas para pintar construcciones de hierro, planchas, tuberías, etc., para proteger hormigón y madera; para impermeabilizar paredes exteriores, medianeras e interiores contra lluvia y humedades, como primera mano, con o sin protección posterior (la segunda mano se dará con pintura semilíquida).

Modo de empleo

Se remueve bien el contenido del envase, que suele suministrarse listo para el uso, y se aplica en frío con brocha o rodillo, procurando que cubra bien la superficie tratada, que debe estar limpia y seca.

Suelen aplicarse dos o más capas, con un intervalo mínimo de 24 horas entre capa y capa. Si la base es poco absorbente, es recomendable diluir algo el material para dar la primera capa; con ello se consigue una mejor penetración. Las capas siguientes se aplican con el material sin diluir y con espesores no superiores a 1 mm (rendimiento 1 kg/m^2 y capa), con el fin de asegurar un perfecto secado.

Pinturas bituminosas con disolventes

A diferencia de las anteriores, no llevan agua y suelen dar un color negro brillante una vez secas. Poseen gran penetración y se adhieren sobre toda clase de materiales secos (cemento, hormigón, etc.).

Aplicaciones

Son análogas a las de las pinturas en emulsión, pero su resistencia al agua es superior. También se utilizan como imprimación, para preparar las superficies para aplicar otros materiales asfálticos (láminas, masillas, etc.).

Modo de empleo

Aunque el revestimiento de esta pintura puede extenderse por medio de pulverizaciones para no desperdiciar el producto y para asegurar la uniformidad de la capa conviene hacerlo por medio de pinceles, brochas fuertes o rodillos, los cuales después de usados se lavan con gasolina o petróleo. También pueden usarse las brochas de esparto utilizadas para encalar, apretándolas con una atadura de alambre o cordel.

Las superficies de cemento, ladrillos, baldosas, tejas y pizarra artificial conviene que estén secas en el acto de la aplicación requiriéndose, a ser posible, para las de cemento, que hayan transcurrido unos treinta días desde su puesta en obra. Se aplican dos manos del producto con un intervalo de doce horas.

Es preferible que las superficie sean ligeramente rugosas (arremolinadas).

Sobre metal y madera, hay que cuidar solamente que las superficies estén secas y limpias, no se precisa la capa preliminar de minio, quedando substituida por la pintura.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1.° Agitar bien el producto con objeto de uniformar la mezcla, sirviéndose de una varita cualquiera, hasta cerciorarse de que no existen grumos depositados en el fondo.

2.° Durante la aplicación de la pintura, si se trata de depósitos o pozos, es muy conveniente exista ventilación. Se recomienda no aproximar llama alguna al producto durante su aplicación, pues es inflamable como todos los barnices; una vez seco no ofrece ningún peligro.

3.° Terminada la aplicación, cerrar herméticamente los botes, latas o bidones y conservar las cantidades sobrantes al abrigo del calor o del frío intensos.

PINTURAS DECORATIVAS PARA EXTERIORES

La gama de pinturas decorativas para exteriores es de las más amplias en el mercado de la construcción. La clasificación que se indica a continuación es muy general y probablemente, incompleta, pero bastante orientativa para el usuario.

a) Pinturas minerales al agua.
Suelen presentarse en forma de polvo fácilmente desleíble en agua. Su base es cemento, cal, dispersante y pigmentos minerales.

b) Pinturas orgánicas en emulsión.
Se presentan listas para su empleo, en forma de líquido espeso que requiere únicamente una ligera adición de agua para las primeras capas, cuando la superficie a tratar es poco absorbente. Suelen estar preparadas con resinas acrílicas o vinílicas.

c) Pinturas estuco.
Son similares a las anteriores en composición, pero llevan cargas minerales que les permiten ser aplicadas en capas gruesas de acabado rugoso. Las figuras 155 a 158 muestran algunos tipos de acabados logrados con estas pinturas (Procolor).

d) Pinturas con disolventes.
Se trata de productos sintéticos disueltos o dispersos en disolventes orgánicos. Entre ellas se encuentran pinturas de clorocaucho, acrílicas, etc.


Acabado: Fratasado circular.

Figura 155

Acabado: Rasgado vertical.

Figura 156

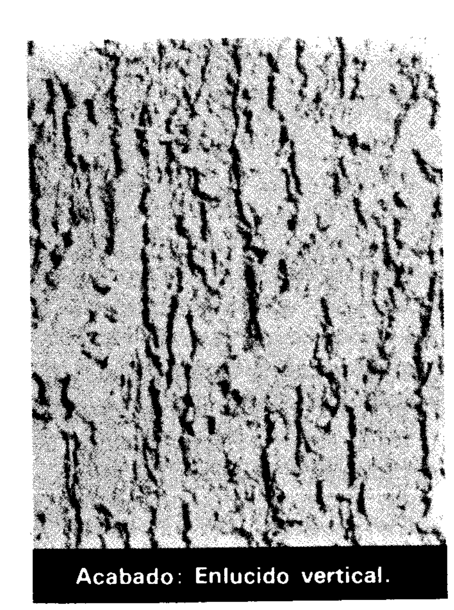
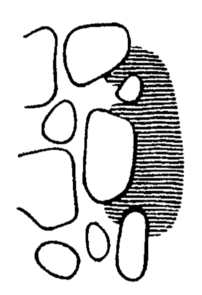
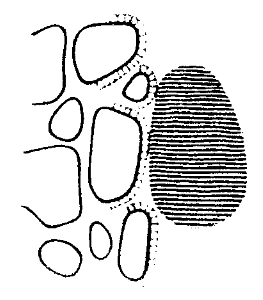

Acabado: Enlucido vertical.

Figura 157


Acabado: Enlucido circular.

Figura 158


Figura 159


Figura 160

Aplicaciones

Se aplican sobre revoques de cemento, estuco, hormigón, bloques de cemento, ladrillos, baldosas, etc.

Modo de empleo

Cada tipo de pintura requiere un procedimiento distinto. Así, por ejemplo las del tipo a) precisan un mojado previo de la pared, en tanto que las del tipo d) exigen superficies completamente secas. En cualquier caso será necesario seguir las instrucciones del fabricante, que suelen estar impresas en el envase.

PINTURAS INVISIBLES

Son productos cuya única finalidad es evitar el paso a través de paredes o muros, sin que varíe sensiblemente el aspecto exterior de estos.

Estos materiales no penetran en el interior de la obra, dejando sólo una fina película superficial, de centésimas de milímetro, que «escupe» el agua (Figs. 159 y 160). Se trata, por lo general, de siliconas u otras resinas sintéticas disueltas en disolventes orgánicos.

Aplicaciones

Se aplican sobre cualquier material de construcción y especialmente sobre revoques, piedra artificial, obra vista, prefabricados de hormigón, etcétera.

Modo de empleo

Estos preparados se aplican con pincel, brocha o pulverizador, sobre las construcciones existentes, debiéndose tener especialmente cuidado en que las superficies a tratar estén completamente secas, limpias y sean resistentes, hayan sido eliminadas las grietas, agujeros y no existan partes de las mismas susceptibles de desprenderse.

Normalmente bastan dos capas para conseguir los efectos deseados, siendo necesario esté completamente seca la primera para efectuar la segunda, cosa que, naturalmente, depende de las temperaturas y humedad exteriores. Es aconsejable el empleo de tres o más capas en aquellos puntos en que por humedad excesiva o debido a la orientación se estime oportuna una mayor protección.

PINTURAS IMPERMEABILIZANTES PARA CUBIERTAS

Se trata en realidad de resinas dispersas, generalmente en forma de emulsión acuosa espesa. Son de gran elasticidad y suelen también llevar pigmentos coloreados. Su inclusión en el grupo de pinturas es más bien en razón de su aspecto y forma de empleo que no por sus aplicaciones.

Su composición suele tener como base un caucho sintético modificado con resinas, plastificantes y cargas minerales.

Aplicaciones

Su campo de aplicación más importante es en zonas de pequeña superficie y que, por su situación o configuración, resultan difíciles de tratar con los materiales usuales.

Su empleo en superficie grandes requiere un gran cuidado por parte del instalador ya que, como suelen aplicarse en capas muy delgadas (de 0,5 a 1 mm de espesor), cualquier irregularidad del soporte base o una falta de atención por parte del instalador pueden anular parte de la eficacia de los materiales. Por ello, en tales casos, será recomendable recurrir a personal especializado.

Modo de empleo

Como norma general, deberá seguirse el proceso siguiente:

— Sanear la superficie, eliminando las partes sueltas, salientes, etc.



Figura 161

— Limpiar a fondo.
— Descubrir las grietas, juntas, hendiduras, etc. Abrirlas en forma de V y restaurarlas con masilla de naturaleza análoga a la de la pintura que se va a utilizar.
— Aplicar una capa de imprimación, si lo aconseja el fabricante.
— Aplicar la pintura, a brocha, cepillo o rodillo, una vez la imprimación ha adquirido «mordiente».
— Reforzar las juntas, grietas, etc., con tejido de fibra de vidrio o similar, aplicando una franja de 15-25 cm de ancho.
— Aplicar las capas sucesivas con intervalos de 24 horas, armándolas si es preciso.

Los rendimientos más usuales varían entre los 500 y 1 000 g/m^2 y se aconseja dar, por lo menos, dos capas (Fig. 161).

PINTURAS ANTIOXIDANTES

Son disoluciones de asfalto o alquitrán en medio orgánico. Poseen gran fluidez y su color es negro.

Estas pinturas forman una película totalmente impermeable y flexible que resiste la acción de los agentes atmosféricos, agua de mar, humos y atmósferas ácidas, álcalis y ácidos diluidos, grasas, etc., y por ello, al aislar totalmente la superficie sobre la que se aplican, impiden su corrosión y destrucción. Son, además, buenos aislantes eléctricos.

Aplicaciones

Se aplican sobre hierro nuevo sin oxidar, sobre hierro oxidado que se haya protegido previamente con minio y sobre hierro que se haya limpiado completamente con chorro de arena u otro procedimiento de garantía. Es decir, estas pinturas protegen el hierro de la oxidación procedente del exterior, no de la corrosión que ya tenga en sí el hierro.

Modo de empleo

Se usa la pintura tal como sale del envase, mediante una brocha, como si fuera una pintura corriente.

Para su empleo sobre madera, superficies revocadas, etc., basta que dichas superficies estén secas.

Conviene dar, generalmente, dos capas, esperando transcurran veinticuatro horas entre la aplicación de cada capa.

PINTURAS PARA DEPOSITOS DE AGUA

Las características esenciales de las pinturas empleadas en la impermeabilización de depósitos de agua, son su no toxicidad y que no dejan sabor alguno.

Existen dos grandes grupos de pinturas que se utilizan en estos casos:

a) Pinturas asfálticas. Suelen utilizarse emulsiones no iónicas, del tipo descrito anteriormente.
b) Pinturas de resinas epoxi. Son de dos componentes y, una vez fraguadas, son completamente inertes.

Modo de empleo

Aparte de los trabajos de saneado y limpieza previos, su forma de empleo varía en ambos grupos.

Las pinturas asfálticas se aplican a brocha o a rodillo, diluyendo ligeramente el material con agua para dar la primera capa. El secado de cada capa puede ser lento, si el depósito es interior, por lo que será preciso asegurarse antes de dar la capa siguiente y, si es necesario, se dispondrá de ventilación artificial.

Generalmente bastarán 2-3 capas para conseguir la estanqueidad del depósito.

Las pinturas de resinas epoxi requieren una mezcla previa de los dos componentes que la forman. Es importante que esta mezcla se efectúe siguiendo exactamente las instrucciones del fabricante y que quede completamente homogénea.

El tiempo que la mezcla puede trabajarse, es decir, el tiempo que tarda en fraguar, varía según la formulación y la temperatura ambiente, pero no suele ser muy largo. Por ello será preciso preparar sólo la cantidad que pueda utilizarse en el plazo de 1-2 horas, a no ser que las instrucciones del fabricante indiquen otro plazo.

La capa de imprimación puede ser la misma mezcla diluida con disolvente adecuado o bien una preparación distinta que se mezcla de forma similar.

Dada la composición de estas resinas y la presencia de disolventes, se requerirán precauciones especiales durante su aplicación, y muy especialmente si se trata de depósitos cerrados o mal ventilados. Es imprescindible una instalación para renovar el aire y establecer turnos de trabajo muy cortos, con control exterior de los operarios, para evitar desvanecimientos o mareos.

PINTURAS PROTECTORAS ESPECIALES

En el mercado existen productos para diferentes aplicaciones muy concretas. Así los hay para depósitos de vino, de aceite, gasolina, gas-oil, etc.

Además de las propiedades de impermeabilidad, la pintura elegida deberá ser insoluble en el producto que deba contener el depósito e inalterable por la acción del mismo.

Las pinturas empleadas en estos casos suelen estar preparadas con resinas sintéticas: epoxi, polisulfuro de polietileno, poliuretano, etc. Existen por otra parte gran número de posibilidades de formulación para cada resina, por lo que los fabricantes, en su documentación técnica, incluyen las resistencias químicas y las temperaturas que admite cada producto. La elección de la pintura adecuada requerirá una consulta previa de esta documentación.

Modo de empleo

Preparación de las superficies

La superficie que debe ser protegida con pintura especial, es necesario que esté revocada y enlucida con mortero de cemento Portland, al objeto de que sus poros sean lo más pequeños posible.

La superficie debe ser limpiada cuidadosamente de polvo, grasa, etc., y conviene esté seca al objeto de que la pintura pueda penetrar en los poros.

Preparación de la pintura

Si se trata de polvo, se diluye en agua o en el disolvente, según las indicaciones del fabricante, procurando obtener una mezcla completamente homogénea.

Si se trata de una pintura de dos componentes, se medirán exactamente las proporciones a emplear y se mezclarán uniformemente. Dado que, en la mayoría de los casos la mezcla empieza a fraguar a las pocas horas de preparada, sólo debe mezclarse la cantidad que pueda ser utilizada en este plazo. Nunca debe dejarse mezcla preparada del mediodía para la tarde y, mucho menos, de un día para el siguiente.

En ambos casos puede facilitarse la mezcla empleando un agitador mecánico.

Aplicación de la pintura

Se efectúa con brocha, pincel o rodillo, según el tipo de pintura, y su consistencia y el espesor a dar. No deberá darse una capa hasta que la anterior esté seca.

Es imprescindible asegurarse de la uniformidad de cada capa. Para evitar el riesgo de que, por la difícil accesibilidad del lugar o escasa iluminación, quede alguna zona con menor número de capas, algunos técnicos recomiendan que cada capa sea de un color distinto.

Precauciones

Deben tomarse las precauciones necesarias de trabajo en lugares cerrados y de difícil acceso: aireación artificial, control exterior de los operarios, turnos cortos de trabajo, utilización de caretas, si es preciso, no encender fuego ni provocar chispas, etc.

Algunos de los productos utilizados en la fabricación de estas pinturas pueden ser dañinos antes de su fraguado. Los operarios evitarán frotarse los ojos con las manos y evitar el contacto con heridas y rasguños. Es siempre preferible utilizar guantes durante su manipulación.

Observación importante

Las técnicas de aplicación de estos productos suelen ser bastante complejas. Si siempre es importante seguir las instrucciones de los fabricantes de materiales, en este caso es imprescindible ya que el número y tipos de pinturas es muy amplio y cada una de ellas tiene sus aplicaciones y forma de empleo especiales.

ADITIVOS

HIDROFUGOS PARA MORTEROS

Son preparados químicos especiales que se añaden durante el amasado del mortero. Una vez eplicado éste, por medio de una reacción química y mecánica simultánea, tapan los poros del mortero de forma permanente y actúan sobre los capilares internos.

Pueden ser líquidos o en polvo.

Aplicaciones

Se emplean para impermeabilizar fachadas y paredes medianeras contra el agua de lluvia; pisos y paredes contra la humedad; sótanos, depósitos y balsas contra filtraciones, etc.

Modo de empleo

Si son líquidos se diluyen en el agua de amasado o, si son en polvo, se mezclan con el cemento y los áridos en seco, procediendo a la preparación del mortero de la forma habitual.

La dosificación del aditivo depende de su concentración, pero por regla general varía entre el 1 y el 3 % sobre el peso del cemento.

HIDROFUGOS PARA HORMIGONES

Los hidrófugos utilizados en los morteros pueden incidir sobre su resistencia mecánica, por lo que, salvo algunas excepciones, no son recomendables para su utilización en los hormigones.

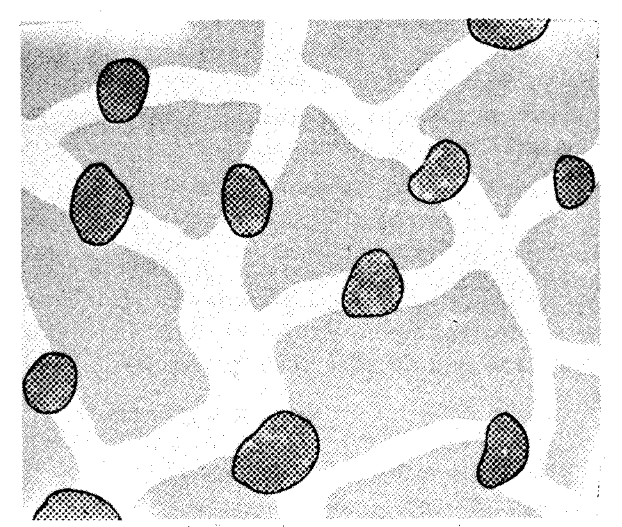


Figura 162

Los hidrófugos para hormigón actúan de forma física, obturando los poros y capitales (Fig. 162).

Aplicaciones

Se utilizan para preparar hormigones cuyos espesores sean relativamente reducidos, por ejemplo forjados de pisos, sótanos, depósitos, paredes de túneles, canalizaciones, etc.

Modo de empleo

Generalmente se trata de productos líquidos, por lo que suelen diluirse en el agua de amasado, antes de añadir ésta a la mezcla de áridos y cemento.

ANTICONGELANTES

Si bien no se trata de aditivos que actúan sobre la permeabilidad al agua de los hormigones, su presencia evita que el agua de amasado se hiele y deteriore el hormigón.

El fraguado de los hormigones suele ir acompañado de un aumento de

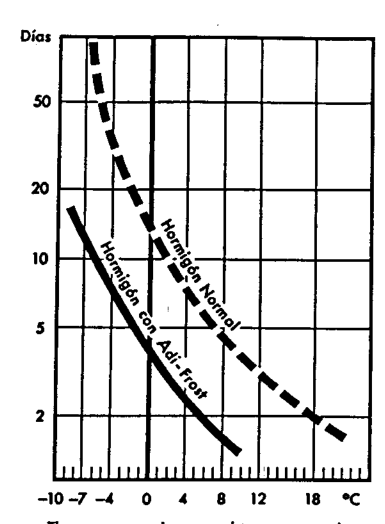


Figura 163

Tiempo necesario para obtener una resistencia a la compresión de 100 kgs/cm² a bajas temperaturas.

la temperatura. La función del anticongelante es acelerar este fraguado inicial, con lo que el aumento de la temperatura del hormigón compensa la baja temperatura exterior y evita que se hiele (Fig. 163).

Aplicaciones

Para hormigones que se apliquen en capas no muy delgadas: forjados, muros, pilares, etc.

Modo de empleo

Los anticongelantes líquidos se mezclan con el agua de amasado, los en polvo se añaden a la mezcla cemento-áridos antes de verter el agua. Es recomendable que el agua de amasado que se utilice tenga una temperatura superior a 15° C.

El hormigón se aplica de forma usual, tomando precauciones adicionales para evitar la disipación del calor originado al fraguar, mediante protección del mismo. Téngase en cuenta que el enfriamiento del hormigón no sólo se produce como consecuencia de la temperatura exterior, sino también por el aire, a que está sometido, por lo que su protección es siempre aconsejable cuando las temperaturas son muy bajas.

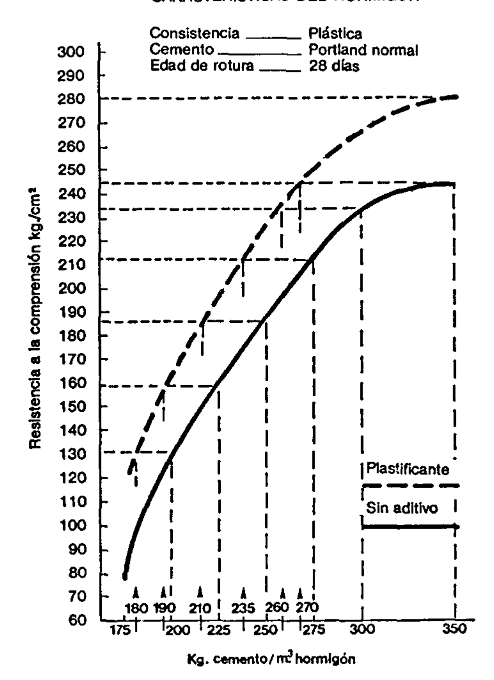


Figura 164

PLASTIFICANTES

Tampoco los plastificantes son propiamente materiales hidrófugos del hormigón. Sin embargo, con su empleo se mejora la impermeabilidad de éstos.

En realidad, cuanto más cemento y menos agua se emplea en la preparación de los hormigones, mayor es su impermeabilidad. Es el conocido cociente agua/cemento, cuanto menor es el numerador y mayor el denominador, más compacto e impermeable será el hormigón.

El aumento de la cantidad de cemento, además de encarecer el hormigón, puede llegar a producir contracciones peligrosas durante el fraguado del mismo. Por otra parte, la reducción de la cantidad de agua puede dificultar el amasado.

Los plastificantes aumentan la «trabajabilidad» del hormigón, lo que permite reducir el agua de amasado y facilitar el vibrado con lo que, en consecuencia, el hormigón resultará más compacto e impermeable (Fig. 164).

Aplicaciones

En todo tipo de hormigones: forjados, muros, estructuras, prefabricados, obras públicas, etc.

Modo de empleo

Tratándose de productos en general líquidos, suelen diluirse en el agua de amasado. El hormigón preparado se aplica de forma usual.

ACELERANTES DEL FRAGUADO

No suelen ser un producto impermeabilizante, sino una composición química especial que permite conseguir un fraguado casi instantáneo del mortero, si se utiliza puro en lugar del agua para la preparación del mismo.

Aplicaciones

Sirve para tapar instantáneamente filtraciones de agua aunque tengan presión. Para reparaciones o nuevos revoques en túneles, canales, etc., bajo la presión del agua y dentro del plazo de unas horas.

Debe tener presente que el fraguado rápido del cemento Portland con estos líquidos disminuye su resistencia y su uso en obras debe ser convenientemente estudiado.

La duración del fraguado puede calcularse en uno o dos minutos si se emplea el producto sin diluir, y en unos cinco minutos, diluido con agua en partes iguales.

Modo de empleo

Para tapar filtraciones: Se coge un puñado de cemento y se mezcla rápidamente con el líquido, aplicando en seguida sobre la parte de la obra que quiera taponarse.

Para reparaciones o nuevos revoques: Cuando se dispone del plazo de unas horas para ejecutar la reparación, se disuelve el líquido en dos o más partes de agua, y por medio de ensayos previos, se obtiene la duración del fraguado que se desee. En este caso se emplea mortero de una parte de Portland por dos, hasta tres partes de arena, preparado con la mezcla de líquido y agua en la proporción obtenida en los ensayos.

Para taponar vetas de agua o filtraciones con un acelerador de fraguado, debe procederse en la siguiente forma:

A una pequeña cantidad del acelerador, se va añadiendo poco a poco polvo de cemento Portland artificial en pequeñas dosis, mezclando íntimamente los dos productos. Cuando se obtenga la consistencia de un líquido espeso, se dejará reposar la mezcla unos momentos (hasta que empiece a convertirse en una pasta gomosa).

Una vez conseguido este efecto se empleará el preparado sosteniéndolo con la mano durante unos dos minutos sobre la veta de agua o filtración que deba taponarse.

NOTA: Si la filtración es importante, debe irse reduciendo ésta, aplicando pequeñas y consecutivas cantidades de acelerador.

IMPORTANTE: Téngase presente que la mezcla de acelerador con el cemento tiene un fraguado muy rápido, por lo tanto deben aplicarse o emplearse cantidades muy pequeñas para poder tener tiempo de emplearlo.

MORTEROS HIDROFUGOS PREMEZCLADOS

Suele tratarse de mezclas muy ricas en cemento, preparados con áridos finos y materiales hidrófugos, conteniendo a veces resinas sintéticas para mejorar su adherencia (Fig. 165).

Aplicaciones

Se utilizan para proteger construcciones contra la humedad ascendente o capilar, las aguas de filtración y las aguas subterráneas en general. También se emplean en depósitos de agua, piscinas, estaciones depuradoras, etc.

Modo de empleo

Estos morteros se presentan listos para su empleo, requiriéndose únicamente la adición del agua de amasado.

La superficie a tratar debe estar limpia, sin grietas, adherencias ni zonas huecas. Debe mojarse intensamente, hasta que no admita más agua. Esta precaución es particularmente importante en las épocas calurosas del año.

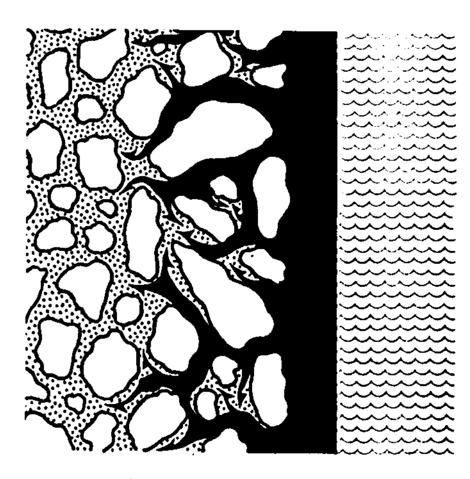


Figura 165 **Hormigón BARRAMIX Agua**

La aplicación de los morteros premezclados suele efectuarse con cepillo semiduro o a llana, preferiblemente dentada, para que el espesor sea uniforme y la superficie, después de cada capa, quede rugosa para el mejor anclaje de la capa siguiente.

Las capas suelen ser muy delgadas (2-4 mm) y suelen darse en número de 2 a 3. Cada capa se aplica cuando la anterior ha iniciado el fraguado, pero sin que éste haya avanzado demasiado. Si el tiempo transcurrido entre capa y capa fuera de 24 horas o más, será preciso mojar bien la zona antes de aplicar una nueva capa. Es también muy importante que no coincidan las uniones entre tramos en las capas sucesivas.

PASTAS Y MASILLAS IMPERMEABILIZANTES TAPAGOTERAS

En este apartado podrían incluirse las pinturas impermeabilizantes para cubiertas y las pinturas bituminosas ya mencionadas anteriormente.

Existe además un grupo de pastas bituminosas, preparadas con material asfáltico y algunos aditivos, fibras o cargas minerales, caucho o resinas sintéticas, que suelen utilizarse profusamente como tapagoteras. Son materiales elásticos y muy adherentes, de fácil aplicación.

Aplicaciones

Se emplea para tapar grietas en la construcción, en terrazas, balsas, etcétera; para impermeabilizar elásticamente juntas de dilatación, en presas, canales, pavimentos de hormigón, construcciones de hormigón armado, etc.

Hay pastas bituminosas especiales para impermeabilizar claraboyas, juntas entre marcos de ventanas y paredes, etc.

Modo de empleo

Se aplica en frío, valiéndose de una espátulo y procurando rellenar o cubrir bien la junta o grieta que se quiera impermeabilizar, que se habrá limpiado previamente y pintado con pintura bituminosa fluida.

Para el tratamiento de los marcos de ventanas se formará una pequeña canalita en la unión de la madera con la obra, por la parte exterior de la fachada y, previo un pintado con pintura bituminosa fluida, se llenará con pasta bituminosa especial por medio de una espátula.

Para proteger los aislamientos térmicos contra la humedad y la desintegración: magnesia, corcho, amianto y termita (vemiculita), ya sean en calderas, tuberías u otros elementos aislados.

MASILLAS ASFALTICAS

La composición de estas masillas es similar a la de las pastas asfálticas, pero son menos fluidas, debido a la presencia de mayor cantidad de cargas. Son de dos tipos:

a) de aplicación en frío. Son las más usuales y en ocasiones se presentan premoldeadas, en tiras de 10 a 30 mm de diámetro;
b) de aplicación en caliente. Precisan ser fundidas con ayuda de calor para ser aplicadas.

Aplicaciones

Se emplean fundamentalmente en el sellado de juntas de pavimentos de hormigón o cerámica, en claraboyas, juntas de fachada, gradas de hormigón y también en el sellado de juntas en obras hidráulicas, canales, prefabricados de hormigón, etc. (Fig. 166).

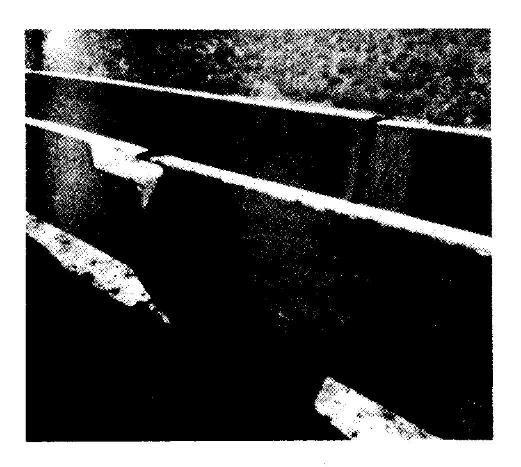


Figura 166

Modo de empleo

La junta a tratar debe estar limpia y seca. Se aplica una imprimación con pintura asfáltica, a ser posible fabricada con disolventes, y, una vez esté seca, se aplica la masilla.

Si se trata de un material de aplicación en frío, puede hacerse a espátula o moldeándola con las manos, formando tiras. En épocas frías puede ser necesario un ligero calentamiento para facilitar su manipulación. Si la masilla es premoldeada, sólo será necesario elegir el diámetro adecuado y comprimirla en el interior de la junta.

Si la masilla debe aplicarse fundida, deberá calentarse, removiendo constantemente con el fin de evitar su descomposición por efecto de una acumulación de calor en el fondo del recipiente. El vertido se efectúa con cazos.

Si la junta a tratar es profunda, es preciso limitar el espesor de masilla con algún material de relleno. La profundidad de la junta no debe ser superior al ancho de la misma, ni inferior a su mitad.

MASILLAS ACRILICAS

Dentro de las resinas sintéticas, las acrílicas son de las más usadas en la fabricación de masillas, en razón de su precio.

Suele tratarse de dispersiones acuosas muy espesas, a veces pigmentadas, que normalmente se presentan listas para su uso en cartuchos de plástico, para ser aplicadas a pistola.

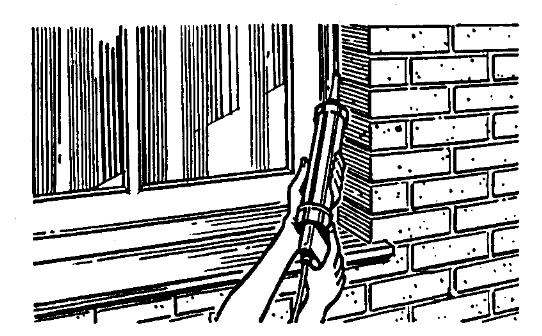


Figura 167

Existen diversos tipos de masillas acrílicas, en los que varía su plasticidad, adherencia, resistencia a la intemperie, etc.

Aplicaciones

Sellado de juntas de carpintería, de madera o metálica, antepechos de ventanas, juntas de embaldosado o entre prefabricados de hormigón, etc. (Fig. 167).

Modo de empleo

La superficie a tratar debe estar limpia y seca. Según el tipo de masilla y la base sobre la que se aplique, se precisará el empleo de una imprimación. Esta deberá ser de naturaleza análoga a la de la masilla.

La aplicación suele hacerse con pistola especial, manual o eléctrica, adaptable no sólo a las masillas acrílicas sino también a otros tipos que se presentan en el mismo tipo de envase (Fig. 168).

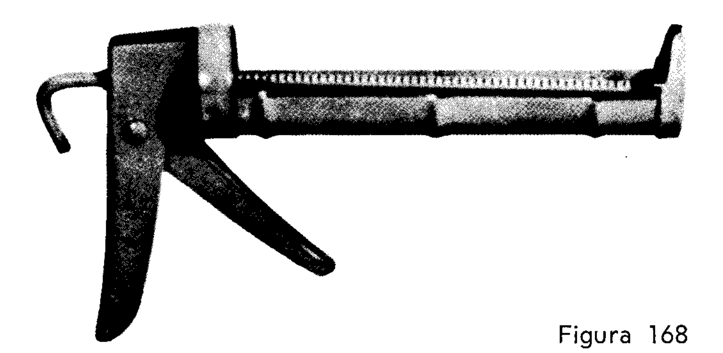


Figura 168

MASILLAS DE CAUCHO

Su composición suele ser a base de cauchos sintéticos, por ejemplo caucho butílico, clorocaucho, etc., y se presentan también en cartuchos o en tiras premoldeadas.

Aplicaciones

Sellados de juntas de carpintería, metálica o de madera, antepechos de ventanas, entre vidrio y marco. Las premoldeadas se utilizan también en juntas de prefabricados de hormigón de poco ancho y en muros cortina.

Modo de empleo

Las masillas envasadas en cartuchos se aplican de forma similar a las acrílicas.

Las masillas premoldeadas suelen aplicarse presionándolas a mano. Si se trata de juntas entre prefabricados de hormigón, suelen adherirse a una de las dos caras y presionar la otra cara sobre la primera.

MASILLAS DE SILICONA

Las masillas de silicona vulcanizan por la acción de la humedad atmosférica, convirtiéndose en una masa elástica, de consistencia similar a la del caucho, pero en general más resistente al envejecimiento y a las bajas temperaturas.

Se presenta en cartuchos similares a los ya descritos para otras masillas.

Aplicaciones

Acristalamientos, acuarios, juntas en sanitarios, cocinas, prefabricados metálicos, muros cortina, espejos, armarios frigoríficos, carpintería de aluminio, etc.

Modo de empleo

Con pistola manual o eléctrica, como ya se ha indicado para otras masillas.

Cuando se aplica sobre materiales porosos, por ejemplo mortero, es conveniente aplicar previamente una imprimación para mejorar su adherencia.

MASILLAS DE POLIURETANO Y DE TIOCOL

Son masillas de dos componentes que, una vez fraguadas, adquieren un aspecto de caucho, muy elástico y de gran resistencia al envejecimiento.

Existen algunos tipos de un solo componente, que poseen márgenes de aplicación algo más limitados.

Aplicaciones

Se utilizan en todo tipo de juntas en la construcción y especialmente en muros cortina, juntas de dilatación verticales pavimentos cerámicos y de gres, etc.

Modo de empleo

Cuando la masilla es de dos componentes, será preciso primero mezclar de forma homogénea las dos partes y en las proporciones adecuadas. Por lo general los envases ya vienen convenientemente dosificados.

Como en el caso de las pinturas con resinas epoxi, la mezcla suele endurecer al poco tiempo de preparada, por lo que no deberá mezclarse más cantidad que la que pueda utilizarse en el espacio de una o dos horas como máximo.

Antes de aplicar la masilla es conveniente dar una imprimación a los bordes de la junta. Esto se hará con un imprimador de naturaleza similar al de la masilla.

La aplicación se efectuará con espátula o bien introduciendo la masilla en cartuchos para su aplicación manual, de la forma indicada en los tipos de masilla anteriores.

LAMINAS IMPERMEABILIZANTES

En el capítulo 3 se han descrito los diversos tipos de láminas impermeabilizantes, por lo que aquí vamos a limitarnos a explicar su puesta en obra.

LAMINAS ASFALTICAS

La gama de las láminas asfálticas es muy amplia, como ya se ha expuesto anteriormente, por lo que caben gran número de posibilidades al aplicarlas en los trabajos de impermeabilización. Así, se aplican como capa única o en multicapas, soldadas entre sí o unidas con asfalto fundido, etc. Para simplificar estos procedimientos y buscando hacer la exposición lo más práctica posible, resumiremos las aplicaciones en cuatro grupos:

Cubiertas planas transitables.
Cubiertas planas no transitables.
Cubiertas inclinadas.
Superficies verticales.

MEMBRANAS NO ADHERIDAS

a) **Monocapas.** Se utilizan láminas asfálticas sin autoprotección, con plástico como material antiadherente.

Deben utilizarse láminas de espesor considerable, 4 mm como mínimo, y a ser posible láminas fabricadas con betún modificado con elastómeros.

Los rollos de lámina se extienden sobre la superficie. El primer rollo se coloca en una limahoya, de forma que el bajante quede centrado en la lámina. Los rollos siguientes se extienden a ambos lados, solapando unos 5-10 cm con el primero (Fig. 169). Actuando de esta forma, los solapes quedarán montados en el sentido del recorrido de las aguas.

Las láminas quedan independientes de su soporte y la unión de las piezas contiguas se efectúa por soldadura, con soplete de butano o propano. Los rollos siguientes se colocan de forma similar.

Cuando se alcanza una zona alta (limatesa), debe interrumpirse la colocación y reanudarla por la limahoya siguiente. Se procede de forma

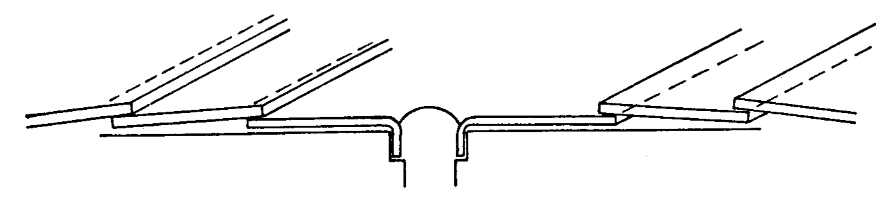


Figura 169

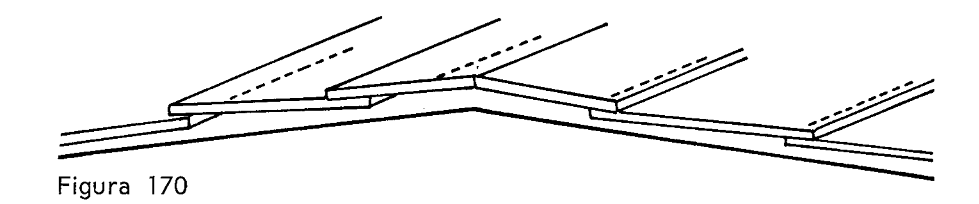


Figura 170

similar a la descrita anteriormente y, al llegar a la limatesa se coloca una franja que solape a derecha e izquierda con las láminas ya colocadas (Fig. 170).

En los perímetros, si hay barandilla de obra u otro paramento vertical, previamente se habrán romado las aristas. Este romado suele efectuarse con mortero, dándole la forma redondeada con la ayuda de una botella. También se habrán formado rozas, a una altura mínima de 15 cm.

La lámina asfáltica se entregará en la roza, soldándola completamente desde la zona de la media caña hasta el interior de la roza. Es recomendable dar previamente una capa de imprimación, con pintura asfáltica a las zonas donde deba soldarse la lámina, con el fin de lograr una mejor adherencia.

En las entregas a bajantes, cazoletas de desagüse, etc., la lámina se introducirá en su interior por lo menos 10 cm, y se soldará en el contorno. Con ello se evitará que, si se obstruyera el bajante, el agua pudiera penetrar por debajo de la impermeabilización.

b) **Multicapas.** Cuando la impermeabilización deba efectuarse con dos o más capas, éstas deberán ir unidas entre sí. Si las láminas utilizadas llevan plástico como material antiadherente, la unión se efectuará por soldadura o mediante adhesivos de aplicación en frío. Si el material antiadherente es arenilla, la unión se hará con asfalto oxidado fundido.

Cada capa se colocará a romper juntas con la anterior (Fig. 171), y, como en las monocapas, los solapes deberán seguir el sentido de recorrido de las aguas. Los contornos y todas las entregas, como en el caso de las monocapas, deberán ir adheridos al soporte, por soldadura o con asfalto oxidado fundido, según el sistema de aplicación elegido. Lógicamente también aquí será preciso dar una imprimación previa en la zona a tratar.

Cuando la impermeabilización está destinada a una cubierta no transitable, en las entregas a paramentos verticales, para evitar tener que proteger la impermeabilización con rasillas, puede aplicarse una franja de lámina autoprotegida, generalmente con aluminio gofrado, completa-

SISTEMAS NO ADHERIDOS
MEMBRANA LA

SOPORTE FABRICA
SENTIDO DE LA PENDIENTE
① ② ③ ④ ⑤ ⑥
BASE FABRICA

SOPORTE METALICO
SENTIDO DE LA PENDIENTE
① ② ③ ④ ⑤ ⑥
BASE AISLANTE
SOPORTE METALICO

SOPORTE MADERA
SENTIDO DE LA PENDIENTE
① ② ③ ④ ⑤ ⑥
BASE MADERA

Figura 171

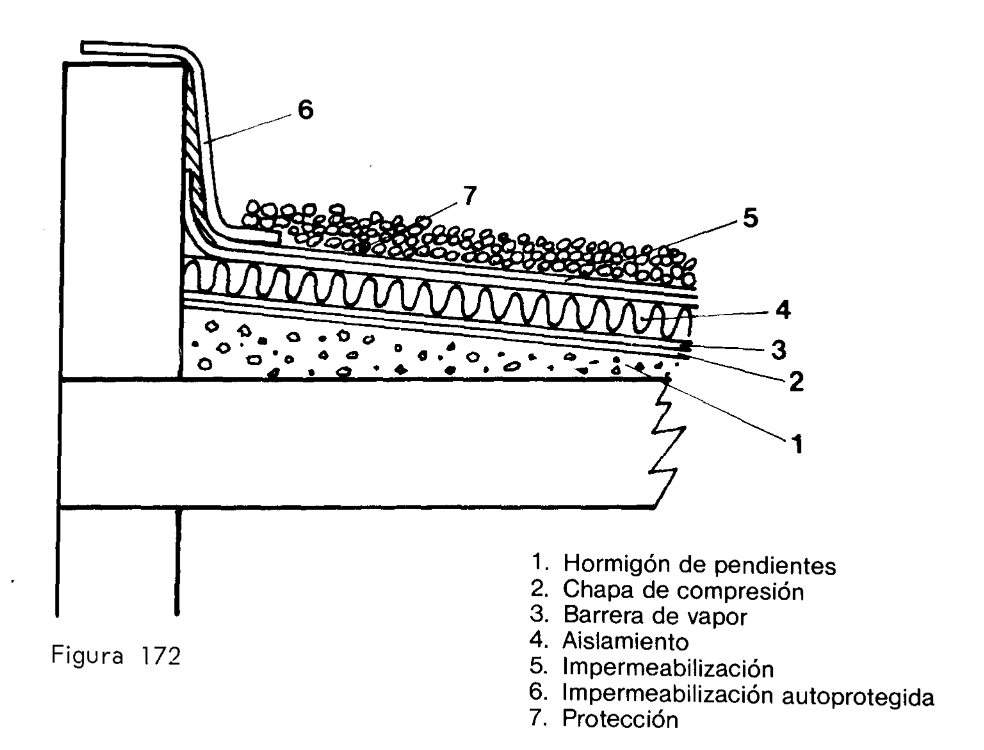


Figura 172

mente adherida a la impermeabilización ya colocada. Esta lámina deberá cubrir la zona vertical y prolongarse unos 10-15 cm por la horizontal (Fig. 172).

MEMBRANAS ADHERIDAS

Cuando la cubierta tiene una cierta pendiente o no se desea colocar una protección pesada, pueden utilizarse sistemas de impermeabilización autoprotegidos. En este caso la impermeabilización deberá ir completamente adherida al soporte.

a) **Monocapas.** Se utilizarán láminas autoprotegidas, ya sea con aluminio gofrado, ya sea con gránulos minerales coloreados. Deberán emplearse láminas de alta calidad, en el caso de las monocapas. Su peso será superior a los 4 kg/m² y, además, las normas exigen que estén fabricadas con betún modificado con elastómeros. Téngase en cuenta que el hecho de

ir la impermeabilización vista, la acción de la intemperie deterioraría con gran rapidez una impermeabilización de baja calidad.

La superficie a impermeabilizar deberá estar limpia y seca, sin adherencias, resaltes ni huecos. Dado que la lámina asfáltica deberá ir completamente adherida, será preciso aplicar una capa previa de imprimación asfáltica como imprimación. Una vez ésta seca, se procederá al soldado de la lámina con soplete (de butano o propano usualmente), si el material antiadherente que lleva la lámina es plástico. Si lleva arena como antiadherente, la unión se efectuará con asfalto oxidado fundido.

b) **Multicapas.** Se procederá de forma similar a la descrita en las monocapas, pero como primeras capas se utilizarán láminas sin autoprotección. La primera capa se unirá a la base, después de dar una imprimación y las capas siguientes se unirán a romper juntas con las anteriores. La unión se efectuará por soldadura o con asfaltooxidado fundido según que el antiadherente de la lámina sea plástico o arena. En algunos casos también se sueldan las láminas que llevan arena, especialmente sobre otra lámina que lleva plástico, si bien el trabajo es más delicado y lento.

PLACAS ASFALTICAS (Fig. 173)

Una mención especial merecen las placas asfálticas, ya que su técnica de aplicación es muy distinta de la de las láminas.

Estos materiales, de composición muy similar al de las láminas autoprotegidas con áridos minerales, se colocan clavadas al soporte. Exigen pendientes superiores al 15 %, siendo la pendiente óptima para su eficacia y facilidad de colocación, la comprendida entre el 25 y el 45 %.

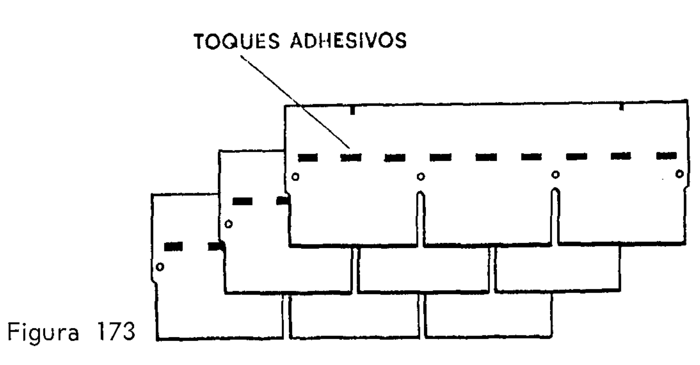


Figura 173

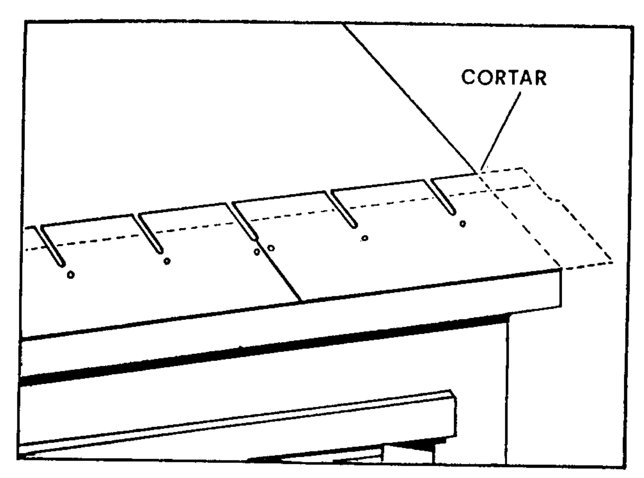


Figura 174

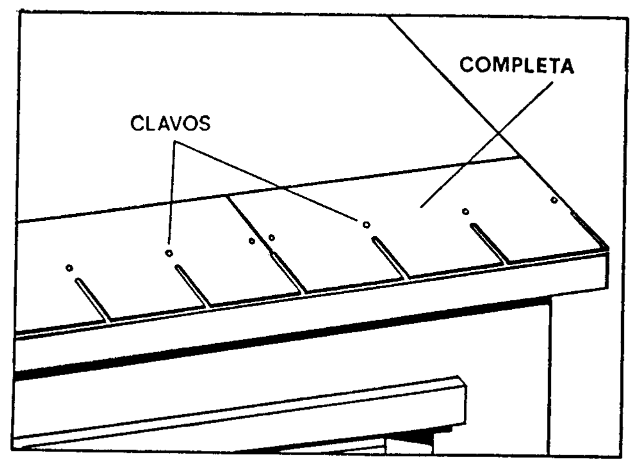


Figura 175

En las figuras 174 a 176 se indica el procedimiento a seguir para su colocación. Como siempre, se inicia por la parte baja de la cubierta, con una primera hilada situando las ranuras hacia arriba. Seguidamente se coloca la primera hilada propiamente dicha, con las ranuras hacia abajo, y de forma que no coincidan con las ranuras de la capa anterior. Para ello se cortará media placa de la primera pieza de esta hilada. Cada pieza se coloca unida lateralmente a la anterior.

La segunda hilada se coloca de forma que sus ranuras coincidan con el centro de las placas de la hilada anterior. Los bordes inferiores han de

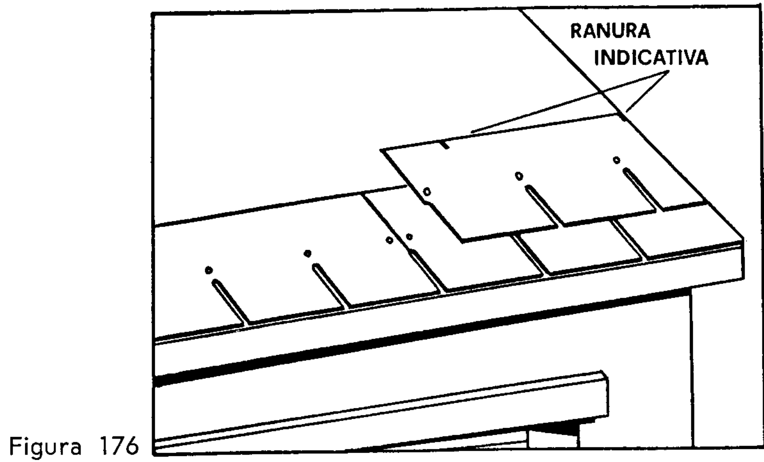


Figura 176

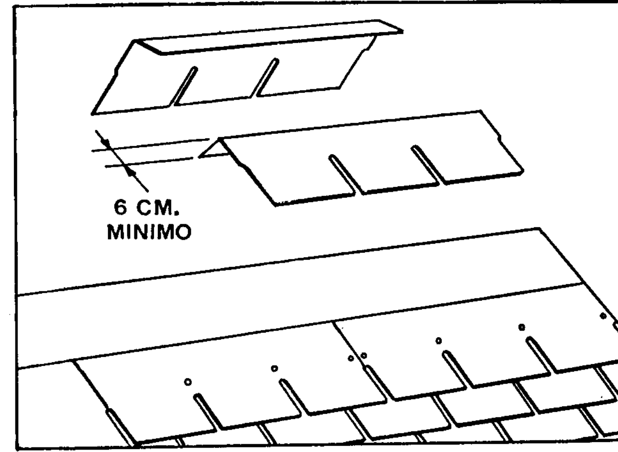


Figura 177

quedar ligeramente por debajo —unos 2 a 5 mm— del final de las ranuras de la hilada anterior.

Las capas siguientes se colocan de forma similar, quedando alternativamente una o media placa en el lado por el que se ha iniciado la colocación. Al llegar a la cumbrera, en su última hilada, las placas deben doblarse hacia la vertiente opuesta. Finalmente se coloca el remate de la cumbrera. Para ello se separan las placas que forman cada pieza y los trozos así obtenidos se colocan a caballo entre las dos vertientes (Figs. 177 y 178).

La colocación de las placas asfálticas, si bien es algo lenta, no es

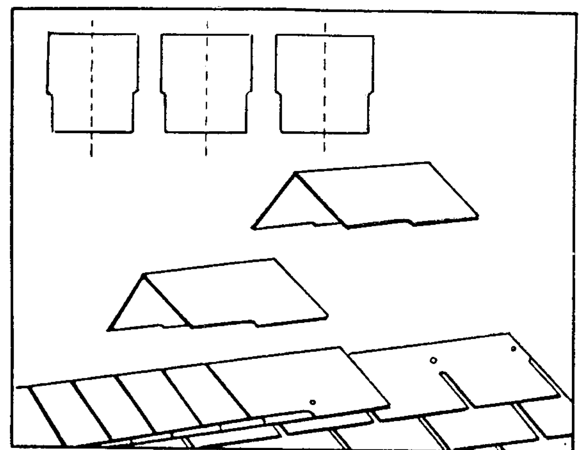


Figura 178

difícil y, el hecho de ir clavadas, permite su aplicación también sobre madera machihembrada.

Las piezas se clavan situando los clavos en los extremos de las mismas y encima de las ranuras, a 1-2 cm por encima de ellas.

LAMINAS DE PVC

Son láminas flexibles, con espesores de 0,5 a 2 mm. Cuando éste es superior a 1 mm suelen llevar armadura interior (fibra de vidrio o tejido de poliéster). En espesores superiores a 0,6 mm suelen estar formadas por dos láminas unidas entre sí.

Existen diversas variedades; algunas son resistentes a la intemperie y otras requieren protección posterior. Son poco elásticas, pero de gran resistencia a la tracción y al punzonamiento. Poseen resistencia a los álcalis, por lo que admiten los embaldosados con mortero de cal. Su resistencia química las hacen aptas para algunos tipos de impermeabilización en instalaciones industriales.

Modo de empleo

Los requisitos previos de la superficie y el orden de colocación son análogos a los expuestos para las láminas asfálticas. Se emplean siempre en capa única.



Figura 179

La unión entre las piezas contiguas se hace con pegamentos especiales para PVC en las láminas de poco espesor (menos de 1 mm). Cuando el espesor es de 1 mm o superior, suele efectuarse una soldadura con aire caliente (Fig. 179). El aire caliente ablanda el PVC de las dos caras a soldar, fundiéndolas superficialmente. Se unen las dos caras y, al mismo tiempo, con ayuda de un rodillo de goma dura, se presiona la unión de las dos láminas.

La fijación en entregas y contornos se efectúa con pegamento de impacto especiales para PVC.

Los tipos resistentes a la intemperie se aplican completamente adheridos a la base, utilizando para tal fin los mismos pegamentos empleados en los contornos. Es conveniente sin embargo soldar los solapes de la forma descrita para las láminas no resistentes a la intemperie.

LAMINAS DE CAUCHO BUTILICO Y EPDM

Se fabrican o bien con caucho butílico solo o con mezcla de los dos cauchos.

Poseen gran resistencia al envejecimiento, son muy elásticas y resisten temperaturas extremas. Son también inalterables por los álcalis, admitiendo también los embaldosados con mortero de cal. Como en el caso del PVC, su resistencia química las hace aptas para impermeabilizaciones de algunos tipos de depósitos industriales.

Modo de empleo

La superficie a impermeabilizar debe ser lisa, sin coqueras ni resaltes, limpia y seca.

La disposición de las láminas en la cubierta será similar a la descrita en las láminas anteriores. También aquí se utilizan sólo monocapas.

La unión en los solapes puede ser de varios tipos: mediante adhesivos de impacto, con tiras autoadhesivas, con tiras vulcanizables por el calor o con tiras más adhesivo vulcanizables en frío. Este último procedimiento es el más recomendable en las obras, por su seguridad. El empleo de las tiras de caucho vulcanizables por el calor es el sistema más seguro, pero requiere una instalación difícilmente utilizable en las obras.

Las entregas a contornos deben fijarse completamente. A tal fin pueden utilizarse adhesivos de aplicación en frío o en caliente. Con estos últimos debe controlarse que la temperatura no sea excesivamente elevada. También se utilizan tiras adhesivos similares a las utilizadas en los solapes, pero de ancho mayor.

LAMINAS DE ALQUITRAN O ASFALTO CON PVC

Són láminas de 2-3 mm de espesor, sin armadura interior, pero de muy buena resistencia mecánica y al envejecimiento. No son resistentes a la intemperie y se aplican como monocapas.

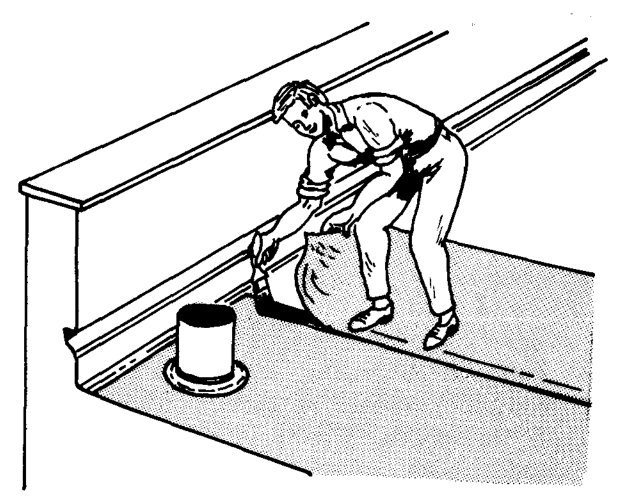


Figura 180

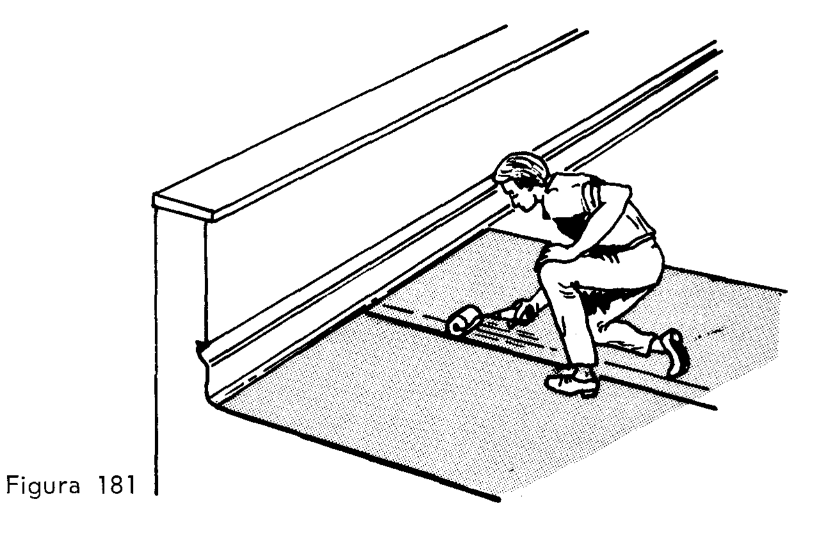


Figura 181

Modo de empleo

Los trabajos preparatorios, condiciones de la cubierta y disposición de las láminas son similares a los descritos anteriormente.

La unión entre las piezas contiguas, en el caso de las láminas de alquitrán PVC se efectúa con la ayuda de un pegamento (Fig. 180). En realidad éste actúa como disolvente, ablandando la superficie de las dos caras a adherir. El solape se presiona (Fig. 181), y, una vez evaporado el disolvente, quedan las dos láminas juntas sin discontinuidad, con una unión similar a una soldadura. Para la entrega a los contornos se utiliza una pasta de composición muy similar a la de la misma lámina y que, una vez seca, la adhiere fuertemente al soporte.

Las láminas de Asfalto-PVC se utilizan de forma similar a las láminas asfálticas normales.

OTROS PRODUCTOS

Poliéster

Son resinas de poliéster diluidas en disolventes orgánicos. Se suelen aplicar en dos o más capas, intercalando entre ellas una armadura de fibra de vidrio. Una vez secas, queda una capa rígida, poco elástica que

puede quedar vista. Si bien no forma una impermeabilización transitable, admite ser pisada para las necesidades de mantenimiento de la cubierta.

Poliuretano

Se trata de un material esencialmente aislante, pero que en determinadas condiciones, es resistente a la intemperie. Al estar formado por células cerradas, no absorbe el agua, por lo que puede considerarse impermeable.

La aplicación se efectúa con pistolas de proyección especiales.

PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS

IMPRIMADORES

Son productos líquidos, bastante fluidos, que se aplican para preparar las superficies de obra donde deba aplicarse un material impermeabilizante (masilla o lámina).

Su composición debe ser de naturaleza similar a la del material a utilizar. Así, para masillas acrílicas, por ejemplo, la imprimación consistirá en una resina acrílica diluida. Debe existir una correspondencia entre ambos productos, imprimador e impermeabilizante.

ADHESIVOS

Ya se han citado algunos ejemplos de su utilización. Su mayor campo de aplicación está en las láminas de PVC, caucho butílico, etc., para la unión de solapes.

Su composición no siempre es tan parecida al de las láminas a las que complementan como en el caso de los imprimadores, si bien debe existir afinidad entre ambos.

EMULSIONES ASFALTICAS PARA EMBALDOSADOS

Dada la incompatibilidad entre el asfalto y la cal, cuando se desea aplicar un embaldosado sobre una impermeabilización asfáltica es conveniente tomar las baldosas con mortero asfáltico.

La pasta asfáltica empleada en estos morteros está constituida por una emulsión asfáltica espesa y bastante estable. Su color es negro, si bien existen algunos tipos que llevan incorporados pigmentos rojos, lo que hace que su color sea marrón oscuro.

Se mezclan con arena, en proporción 1:3 a 1:5 y se le añade una pequeña cantidad de cemento portland (2 sacos por m^3 de mezcla, aproximadamente) con el fin de proporcionarle una mayor resistencia en poco tiempo.

También se utilizan estas emulsiones para formar chapas protectoras de la impermeabilización, antes de aplicar el pavimento o embaldosado final.

La resistencia de los morteros preparados con las emulsiones asfálticas no es muy elevada, por lo que es recomendable utilizarlos sólo en las primeras capas, especialmente si la terraza ha de ser transitable.

JUNTAS PREFABRICADAS (WATERSTOPS)

Son perfiles de PVC o caucho sintético. Se emplean en las juntas de trabajo o de dilatación en obras de hormigón. Se colocan durante el hormigonado, por lo que quedan ancladas en el interior del hormigón.

Contienen un bulbo central, hueco en su interior y unas aletas laterales, con resaltes longitudinales para facilitar la adherencia del perfil (Fig. 182). El bulbo central queda en el interior de la junta y permite absorber

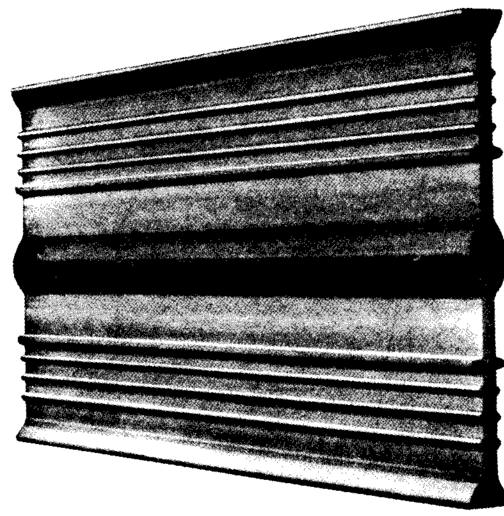


Figura 182

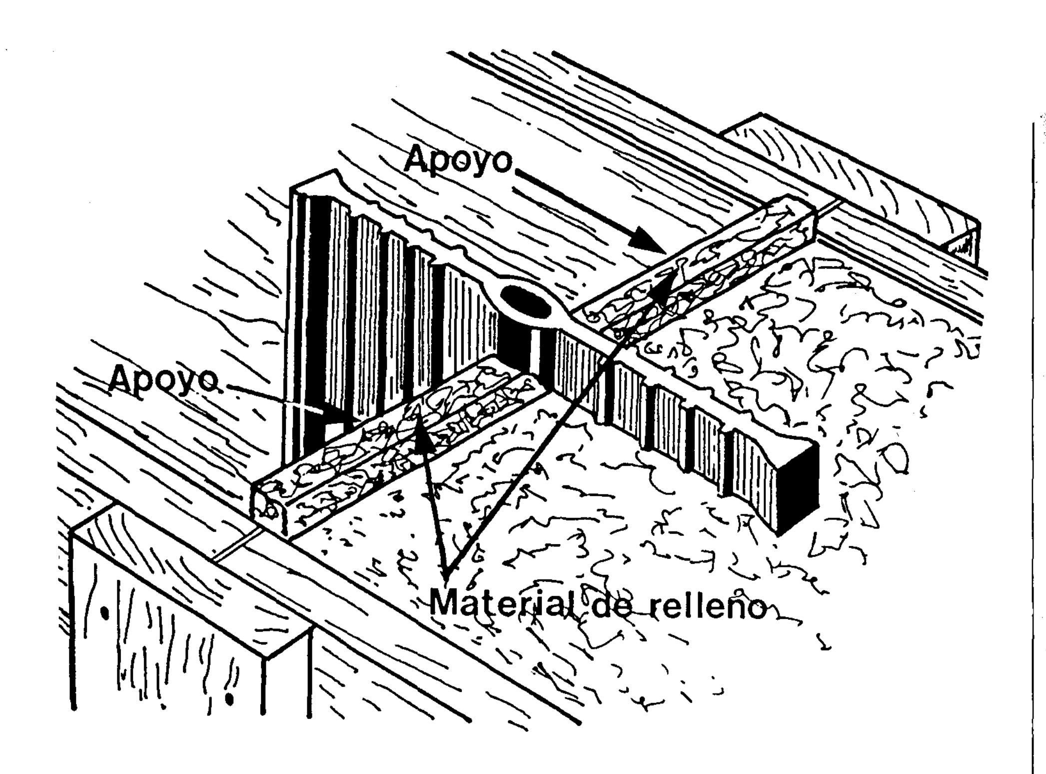


Figura 183

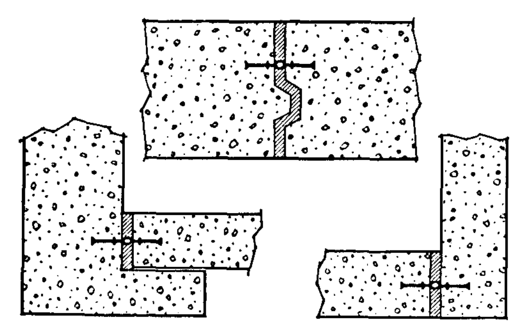


Figura 184

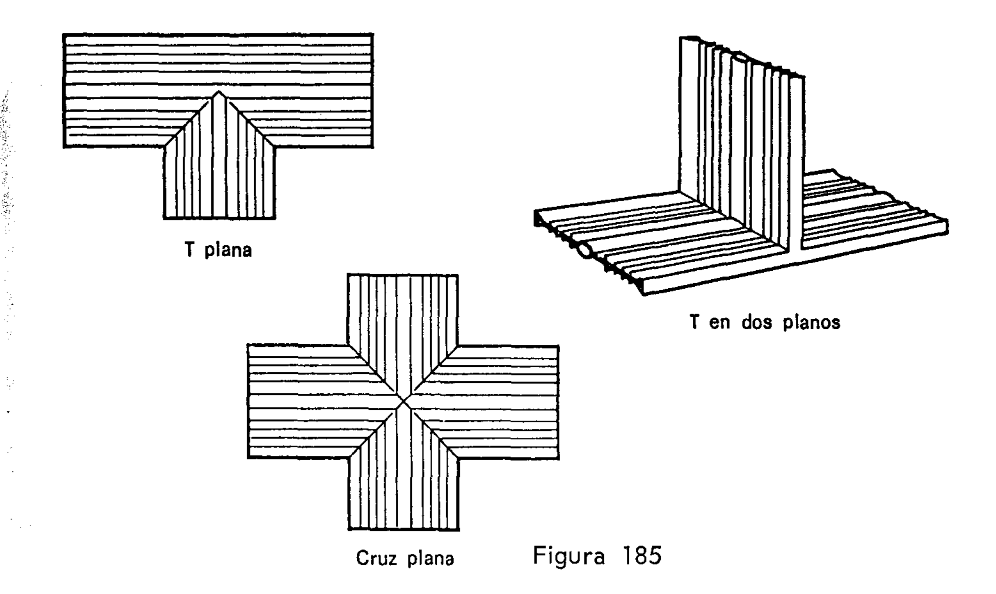


Figura 185

las dilataciones y contracciones de ésta. En las figuras 183 a 185 se indican la forma de instalación de estos perfiles y las piezas especiales para solucionar distintos tipos de uniones en los muros.

El correcto tratamiento de una junta de dilatación exige además un relleno de la misma, con un material elástico, y un sellado final.

Este tipo de juntas se utiliza en obras donde existan o se prevean presiones elevadas de agua (grandes depósitos, pantanos, presas, etc.), y también en sótanos (losas y muros) y cavas.

VII. Ejemplos de utilización de materiales impermeabilizantes

HUMEDAD ASCENDENTE DEL TERRENO

Cuando la obra es antigua y aparecen humedades en los revocos de las zonas bajas, se procede del modo siguiente:

1. Eliminación del revoco antiguo, rascando la superficie, además, con un cepillo metálico.
2. Remojado de la superficie.
3. Regularizado de huecos y coqueras con mortero de cemento portland.
4. Aplicación de un revoco hidrofugado, de unos 20 mm de espesor o aplicación de un mortero hidrófugo premezclado.
5. El revoco debe ascender, por lo menos 50 cm por encima del nivel de la zona inicialmente afectada por las humedades.

Notas: Si la obra es poco absorvente o muy antigua, podrá ser preciso la utilización de un aditivo o una imprimación para mejorar la adherencia del revoco.

También puede recurrirse a utilizar un tratamiento electro-osmótico, tal como se explica en el capítulo 1.

Si la humedad aparece en el pavimento, el proceso a seguir será el siguiente:

1. Eliminación del pavimento antiguo. Limpieza y rascado de la superficie con cepillo metálico.
2. Remojado de la superficie.
3. Regularización del hormigón con mortero de cemento portland, utilizando aditivos para mejorar la adherencia, si fuera preciso.
4. Aplicación de un mortero hidrofugado de 2-4 cm de espesor.
5. Aplicación del nuevo pavimento.

Si se tratara de pavimentos situados por debajo del nivel freático, de tal forma que no se tratara de ligeras humedades, lo que apareciera, sino que se llegara a formar balsa de agua, podría ser necesario efectuar una impermeabilización, en lugar de aplicar simplemente el mortero hidrofugado. En este caso, a partir del ejemplo anterior, el procedimiento tendría las variaciones siguientes:

4. Aplicación de una impermeabilización, completamente adherida al forjado y que ascendiera por los contornos.
5. Aplicación de una capa de hormigón armado, con un espesor capaz de compensar la presión del agua (generalmente bastan 5-10 cm de hormigón).

IMPERMEABILIZACION DE PAREDES EXTERIORES

Fachadas

Puede optarse por alguno de los procedimientos siguientes:

a) Aplicación de un revoco hidrofugado, o de un mortero hidrófugo premezclado, sobre la obra de fábrica.
b) Aplicación de una pintura estuco plástica o de una pintura decorativa, sobre el mortero del revoco.
c) Aplicación de una pintura transparente incolora. Este sistema se utilizará si se desea mantener el aspecto exterior de la pared (por ejemplo en paredes de obra vista) y si en ella no existen grietas ni coquras.

Paredes medianeras

Además de los sistemas a) y b) del caso anterior, puede utilizarse el de aplicar una pintura asfáltica espesa.

IMPERMEABILIZACION DE PIEDRA ARTIFICIAL

Deberá efectuarse el tratamiento durante la fabricación de las piezas empleando hidrófugos en la preparación de la masa.

Si ello no se ha previsto y es necesario impermeabilizar una vez las piezas se han colocado, podrá recurrirse a la aplicación de pinturas transparentes incoloras, siempre y cuando las piezas no tengan poros muy grandes y, por descontado, carezcan de grietas y coqueras.

HUMEDADES DE CONDENSACION

En el capítulo 4 se ha indicado ya que las condensaciones pueden producirse por dos motivos:

1.° Poco poder aislante de los cerramientos, por su poco espesor.
2.° Absorción de agua por los cerramientos, debido a su porosidad, con lo que disminuye su poder aislante.

Frecuentemente, ambas causas aparecen simultáneamente. El tratamiento adecuado debe ser, por lo tanto:

1.° Eliminar la penetración de la humedad, mediante un tratamiento exterior, con revoco hidrofugado o pintura adecuada.
2.° Incrementar el aislamiento de la pared.

Existen procedimientos que engloban las dos operaciones mediante revocos gruesos exteriores, que actúan a la vez de aislantes e impermeabilizantes.

Otro procedimiento consiste en aplicar primero un aislamiento exterior mediante placas aislantes rígidas, y a continuación protegerlo con pintura estuco impermeable (Fig. 186).

Como en casos anteriormente expuestos, puede efectuarse el revoco mediante un mortero hidrófugo premezclado.

REPARACION DE GRIETAS

1.° La grieta se abre en forma de V con el fin de facilitar la introducción del material de sellado.
2.° Se limpia a fondo el surco, dejándolo seco y sin polvo.

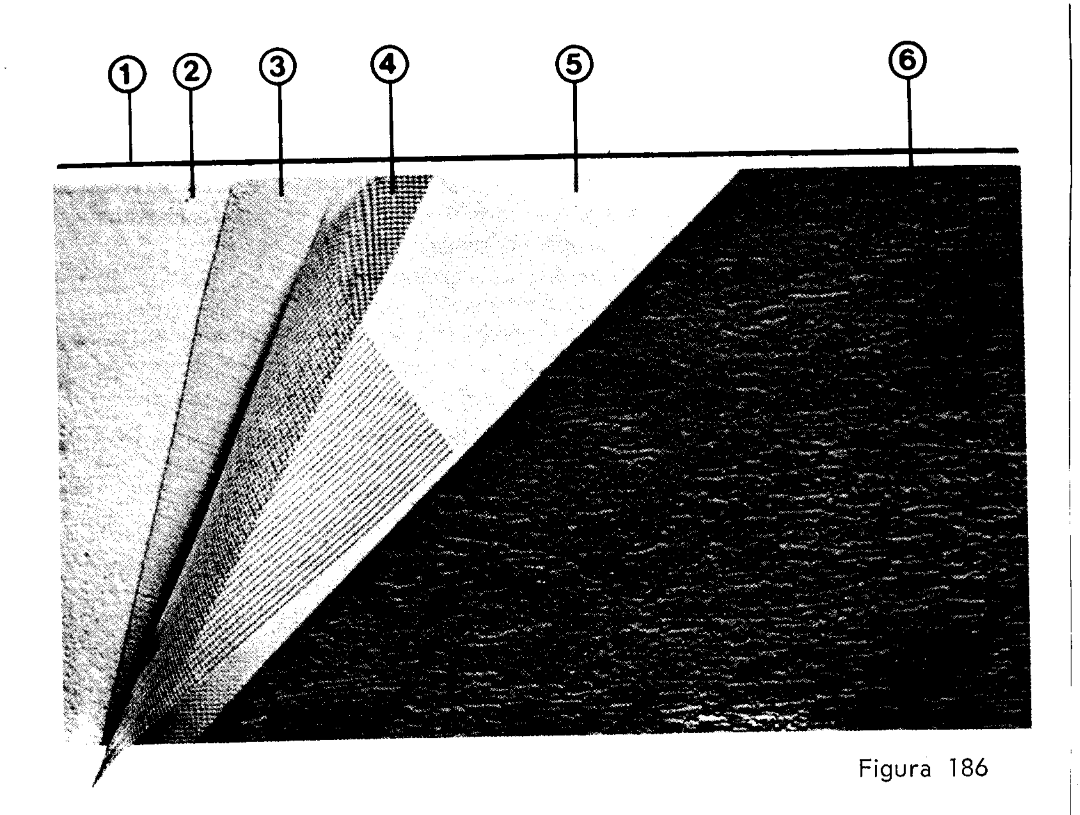


Figura 186

3.° Se aplica una capa de imprimación a los dos laterales.
4.° Una vez la imprimación ha adquirido «mordiente», sin estar completamente seca, se aplica la masilla de sellado. Si ésta es asfáltica, puede dejarse secar la imprimación, sin que disminuya la adherencia. Debe asegurarse el perfecto relleno de la grieta.

REPARACION DE JUNTAS DE EMBALDOSADO

1.° Vacíense las juntas de la masilla existente, con la ayuda de un hierro puntiagudo, procurando no dañar la impermeabilización.
2.° Limpiar los laterales de la junta, especialmente si la masilla que se va a aplicar no es de la misma naturaleza que la anterior.

3.° Rellénese la junta con un material blando hasta una profundidad igual al ancho de la junta, o como máximo, a la mitad de éste.
4.° Aplíquese una capa de pintura de imprimación a los dos bordes.
5.° Efectúese el sellado con masilla, nivelando la superficie y recortando la que sobresalga, si es preciso.

FORMACION DE JUNTAS EN EMBALDOSADOS

En las terrazas embaldosadas con el llamado baldosín catalán.

La Norma Tecnológica de la Edificación (NTE QAT/1973) da indicaciones sobre las distancias máximas entre juntas y su disposición. Es recomendable preveer juntas perimetrales e intercaladas en el embaldosado.

Las juntas se forman interponiendo listones de 2 a 4 cm de ancho, durante la ejecución del embaldosado. Los listones no se quitan hasta después de aplicada la lechada de cemento, con el fin de evitar que ésta se adhiera también a los bordes de la junta.

Las juntas perimetrales se formarán separando el embaldosado unos 15-20 mm de los contornos. Después de selladas, se procurará que los bimbeles o rodapiés no queden pegados a ellas, lo que se logra intercalando un cartón delgado o papel recio entre rodapié y embaldosado.

Una vez la junta seca, se limpiará a fondo con un cepillo duro, se da la pintura de imprimación y, finalmente, se efectúa el sellado. La masilla que sobresalga de la junta se recortará con la ayuda de una espátula o una herramienta similar. Si el sellado se ha efectuado con masilla asfáltica, deberá ablandarse con la llama y recortar con la espátula antes de que se enfríe.

SELLADO DE JUNTAS DE CLARABOYAS

El procedimiento a seguir es similar al de las juntas de embaldosado, pero como que las juntas sufren poco movimiento, pueden rellenarse en toda su profundidad.

Para asegurar la perfecta adherencia, será preferible efectuar el relleno en varias capas. Si se emplea masilla asfáltica se facilitará la penetración y la adherencia ablandando la masilla con el calor y, además, calentándola con un soplete después de cada capa, pero cuidando de no romper el vidrio con la llama.

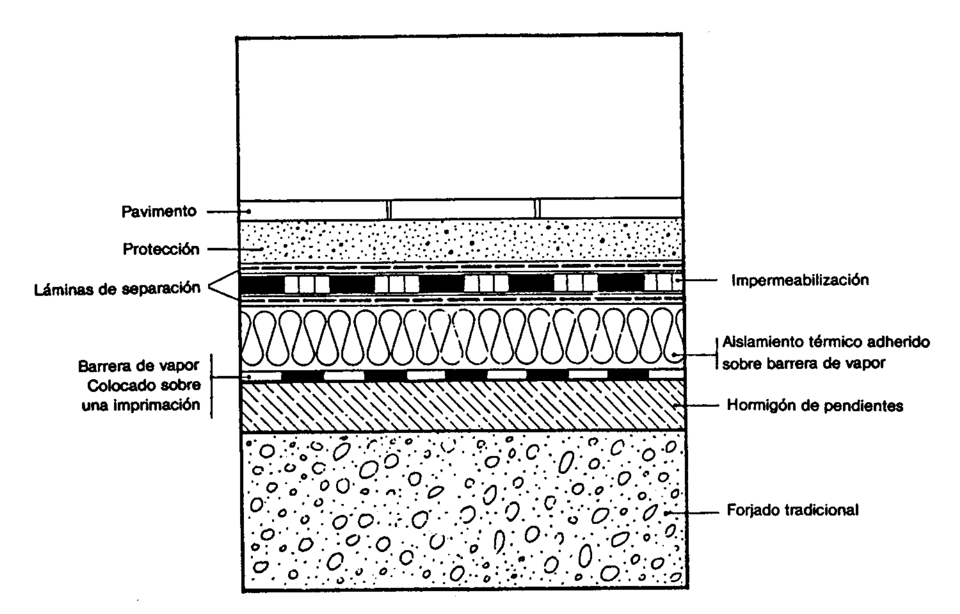


Figura 187

TERRAZA TRANSITABLE (Fig. 187)

Si la terraza es plana, es preciso darle una ligera pendiente, generalmente del 1,5 a 2 %. Para tal efecto pueden emplearse los materiales siguientes:

Hormigón celular
Hormigón de Arlita
Hormigón de Perlita
Hormigón de Vermiculita
Arlita granular

Cuando la resistencia del forjado es suficiente o los espesores a aplicar no son excesivos, puede utilizarse cascotes como material de relleno.

2. Chapa de compresión

Sobre el hormigón o el árido ligero se aplica una chapa de compresión con mortero de cemento portland, de 1,5 a 2 cm de espesor, que proporciona una superficie regular y resistente para los trabajos posteriores.

3. Barrera de vapor

Consistirá en una impermeabilización sencilla, normalmente una lámina asfáltica de 2 mm o una lámina con armadura de aluminio.

4. Aislamiento

Si el hormigón de pendientes no proporciona un aislamiento suficiente, deberá complementarse éste con un aislamiento adecuado. Dado que la terraza es transitable, el aislante elegido deberá ser lo suficientemente rígido para presentar una base consistente para el pavimento final.

Si no es necesario aplicar aislamiento, porque el hormigón de pendientes posee un poder aislante suficiente, la barrera de vapor deberá situarse debajo de éste. En tal caso es muy importante que, tanto el hormigón ligero como la chapa de compresión estén completamente secas antes de aplicar la impermeabilización. Si no fuera así, el agua que quedara en su interior no podría eliminarse ni por arriba, debido a la membrana impermeable, ni por debajo, debido a la barrera de vapor, que es también impermeable. En este caso el poder aislante del hormigón ligero quedaría disminuido, con todas sus desventajas de cara al consumo de energía de calefacción o refrigeración, formación de condensaciones, etc.

5. Preparación de contornos

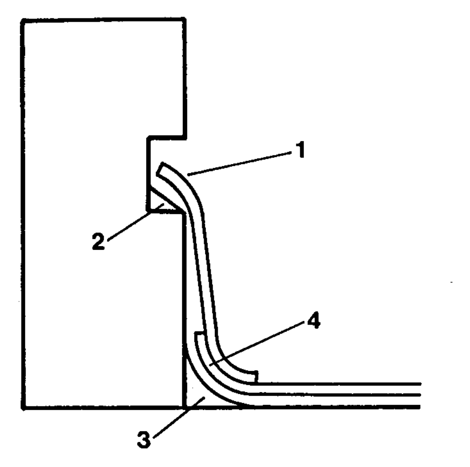
Antes de aplicar la impermeabilización será preciso romar todas las aristas, formando medias cañas en las entregas a paramentos verticales; esto suele efectuarse con la ayuda de una botella como moldeador (Fig. 188).

Se formará también una roza horizontal, a unos 15 cm de la chapa como mínimo. Esta roza deberá regularizarse con un poco de mortero de cemento portland, con el fin de que desaparezcan las irregularidades de la obra.

También puede evitarse la formación de la roza construyendo la pared en dos etapas (Fig. 189):

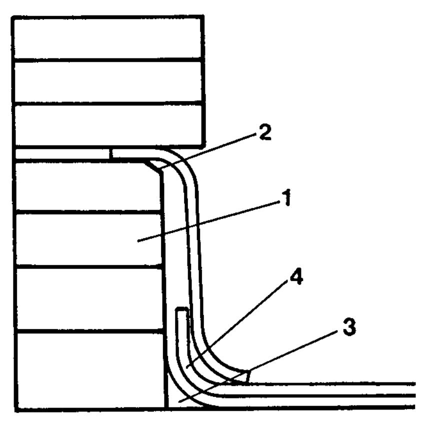
Construir la pared hasta la altura prevista para la roza. Se aplica la impermeabilización, entregándola en la parte superior de la pared construida, a unos 5 cm del borde interior, adhiriéndola en esta franja.

Acabando la pared después de impermeabilizar y embaldosar. Deberá cuidarse mucho de no deteriorar la impermeabilización en esta segunda fase. Es también preferible que la parte superior de la pared sobresalga unos centímetros hacia el exterior, con el fin de facilitar la colocación del bimbel o rodapié.



1. Roza
2. Mortero regularizador de la roza
3. Media caña
4. Impermeabilización

Figura 188



1. Contorno inicial
2. Achaflanado de la arista
3. Media caña
4. Impermeabilización

Figura 189

6 Desagües

Las bocas de desagüe deberán colocarse antes de impermeabilizar, dejándolas al nivel que se prevea que va a tener la capa inmediatamente anterior a la de la impermeabilización. Si quedara más alta, deberá recortarse cuidadosamente, evitando que queden zonas punzantes, con el fin de facilitar la entrega de la membrana impermeabilizante y prevenir la formación de una balsa de agua en sus inmediaciones.

7. Puertas de acceso

Los marcos de las puertas deberán quedar a una altura de, por lo menos, 8-10 cm por encima de la prevista para la impermeabilización. Si el pavimento previsto fuera muy grueso, deberá incrementarse esta altura.

8 Impermeabilización

Se aplicará según las indicaciones expuestas en la descripción de los materiales. Deberá fijarse siempre en los contornos y en las entregas (bajantes, lucernarios, etc.), tratando la zona con una imprimación sin el ma-

terial impermeabilizante lo exigiera (por ejemplo con pintura asfáltica, cuando la membrana es a base de láminas asfálticas).

Es también conveniente que la impermeabilización quede completamente independiente del soporte y de su protección posterior. Para ello se recomienda intercalar capas de separación con láminas delgadas inertes, por ejemplo velos de fibra de vidrio, polietileno celular, etc.

7. Protección

Normalmente se aplica una protección consistente en una capa de rasilla común o una chapa de mortero. En las impermeabilizaciones asfálticas se utilizará mortero asfáltico en el embaldosado o en la chapa.

En esta protección, además de respetar las juntas de dilatación, se formarán ya las juntas del embaldosado final.

8. Pavimento final

Finalmente se aplicará el pavimento final, normalmente consistente en una capa de rasilla, que se tomará con mortero mixto.

Cuando se desee un pavimento completamente nivelado, en los llamados pavimentos flotantes (Fig. 190), la impermeabilización deberá haber as-

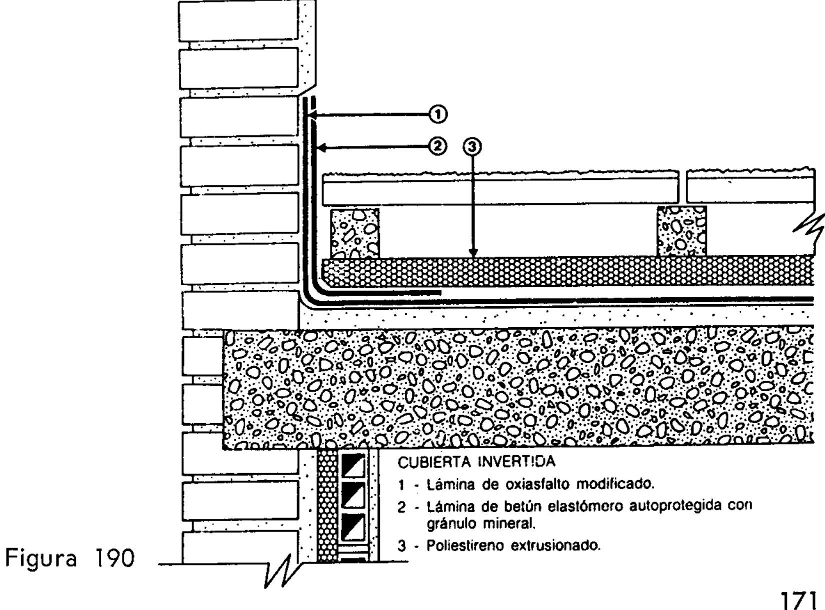


Figura 190

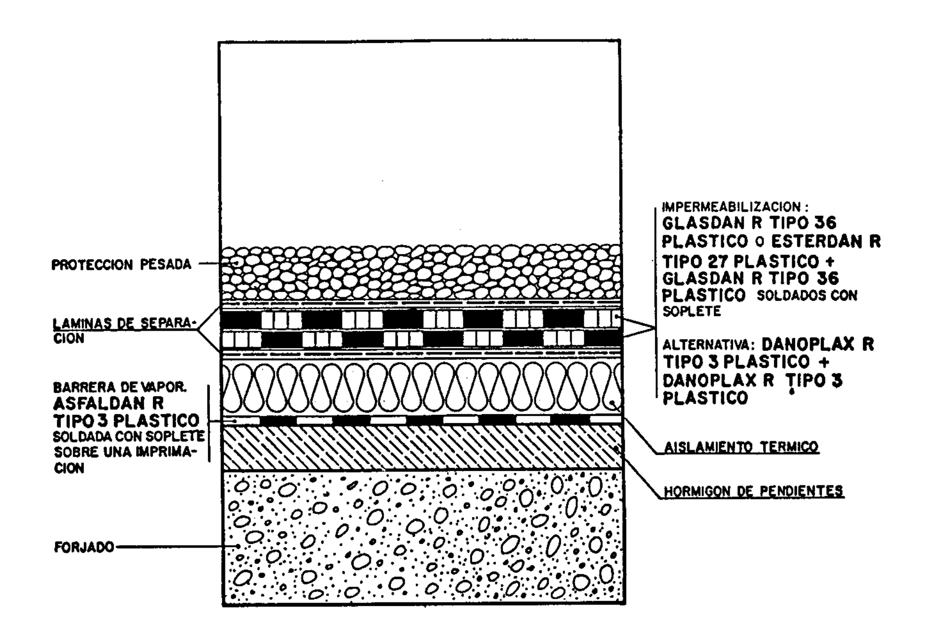


Figura 191

cendido, en las entregas perimetrales, por encima del nivel del pavimento final, para evitar filtraciones de agua.

El pavimento flotante se apoya en dados de obra o bien en piezas especialmente fabricadas (Fig. 182). A pesar de que la impermeabilización cubra bien los contornos, se recomienda que el pavimento quede algo separado de éstos, con el fin de permitir la salida del agua de lluvia y evitar así la formación de pequeñas balsas.

CUBIERTA PLANA NO TRANSITABLE (Fig. 191)

Las diferencias esenciales con las terrazas planas transitables son las siguientes:

En la impermeabilización de los contornos se emplea, en ocasiones, una lámina resistente a la intemperie (por ejemplo lámina asfáltica autoprotegida con aluminio o con pizarra granular), para evitar la colocación del baldosín catalán u otro prefabricado.

En lugar de dos embaldosados, puede utilizarse uno solo o, como sustitutivo, otra protección pesada: chapa de mortero de 2-3 cm, gravilla de río suelta (4-5 cm), etc.

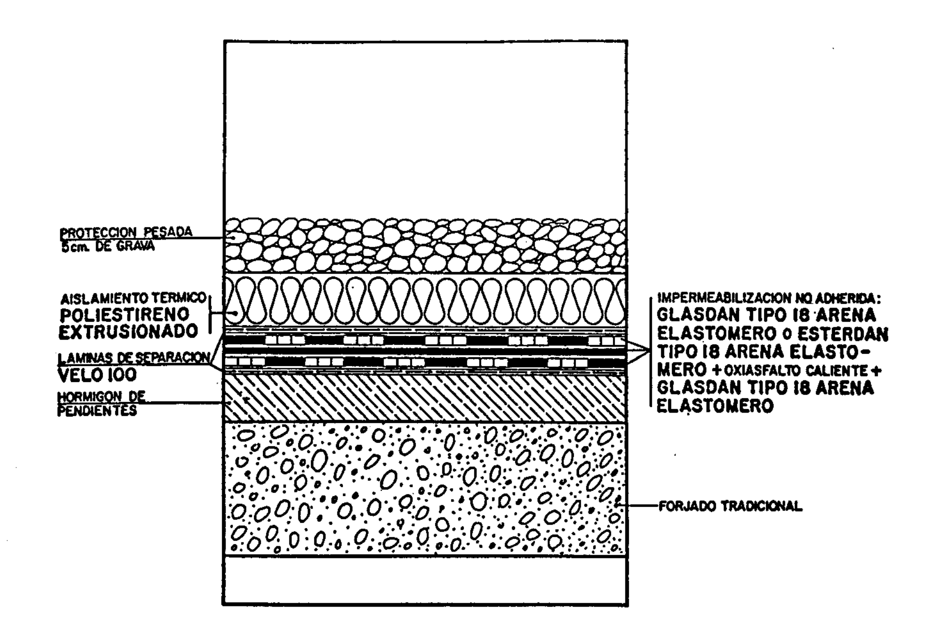


Figura 192

CUBIERTAS INVERTIDAS (Fig. 192)

Son una variedad de las cubiertas planas, generalmente no transitables.

En éstas, el aislamiento no se basa en el hormigón ligero de formación de pendientes, sino en un material aislante que no absorbe agua y que se coloca encima de la impermeabilización.

El aislante consiste en placas, generalmente de poliestireno extruido, muy ligeras, pero con una resistencia mecánica algo superior a las placas aislantes usuales. Se colocan sueltas, sobre la impermeabilización, y encima se aplica una protección pesada, generalmente gravilla de río, suelta, y con un espesor de unos 5-10 cm.

La ventaja de las cubiertas invertidas consiste esencialmente en que, al aplicar el aislamiento encima de la impermeabilización, ésta queda más protegida de la temperatura exterior, con lo cual se alarga su duración.

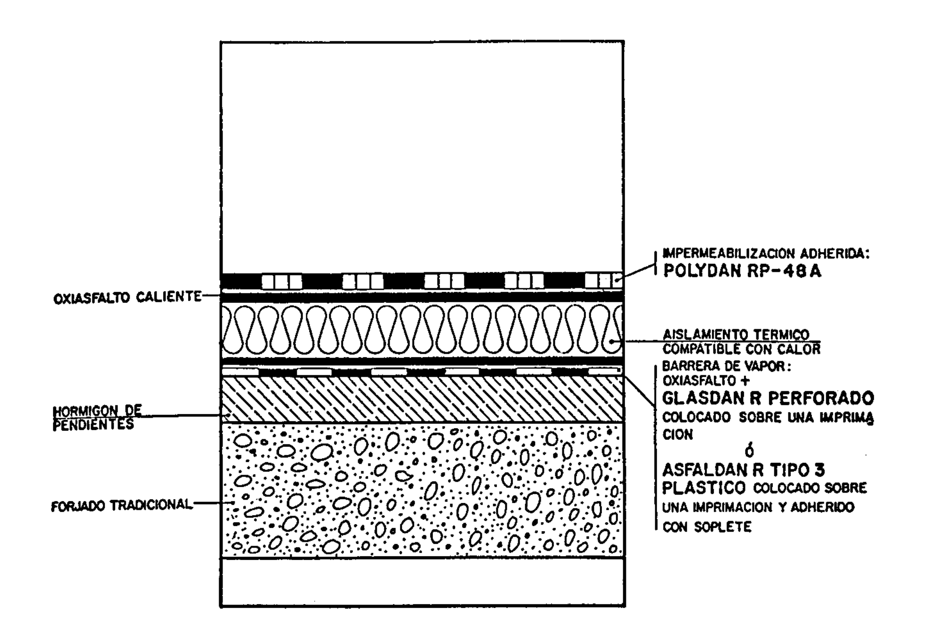


Figura 193

CUBIERTAS INCLINADAS (Fig. 193)

Suelen utilizarse sistemas de impermeabilización autoprotegidos.

Cuando la pendiente ha sido dada con hormigón ligero, éste actúa también por lo general de aislamiento térmico, por lo que la barrera de vapor deberá aplicarse debajo de éste. Seguidamente se aplica una chapa de compresión que actúa de base rígida para adherir la impermeabilización.

Si la pendiente no se ha formado con hormigón aislante, el aislamiento térmico deberá ser en forma de paneles rígidos. Estos se fijarán mecánicamente al soporte, a través de la barrera de vapor.

La impermeabilización irá completamente adherida, de acuerdo con las instrucciones dadas en el capítulo 6.

En este tipo de cubiertas, cuando la pendiente es superior al 15 %, pueden también utilizarse las placas asfálticas (véase capítulo 6 y figuras 174 a 178).

IMPERMEABILIZACION DE MANSARDAS

Suelen emplearse sistemas autoprotegidos y, dado su poco desarrollo, las piezas suelen colocarse según el sentido de la pendiente. También se impermeabilizan con placas asfálticas (Figs. 174 a 178).

Es recomendable impermeabilizar toda la superficie, incluso la zona vertical, ya que la arista de unión del plano inclinado con el plano vertical suele ocasionar filtraciones, como ya se ha indicado anteriormente.

También es conveniente formar un vierteaguas en su parte inferior, para evitar que el agua que resbala por la mansarda retroceda. La impermeabilización deberá proteger también este vierteaguas.

IMPERMEABILIZACION DE VOLADIZOS, MARQUESINAS, ETC.

Tratándose de zonas pequeñas y a pesar de ser prácticamente planos, pueden impermeabilizarse con sistemas autoprotegidos, es decir, sin protección pesada.

En estas construcciones, es necesario que la impermeabilización recubra las zonas verticales y los bateaguas (Fig. 194), como en el caso de las mansardas.

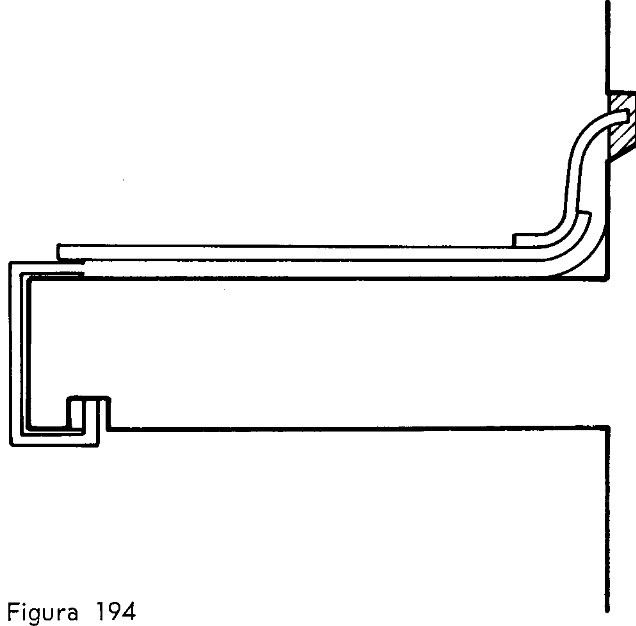


Figura 194

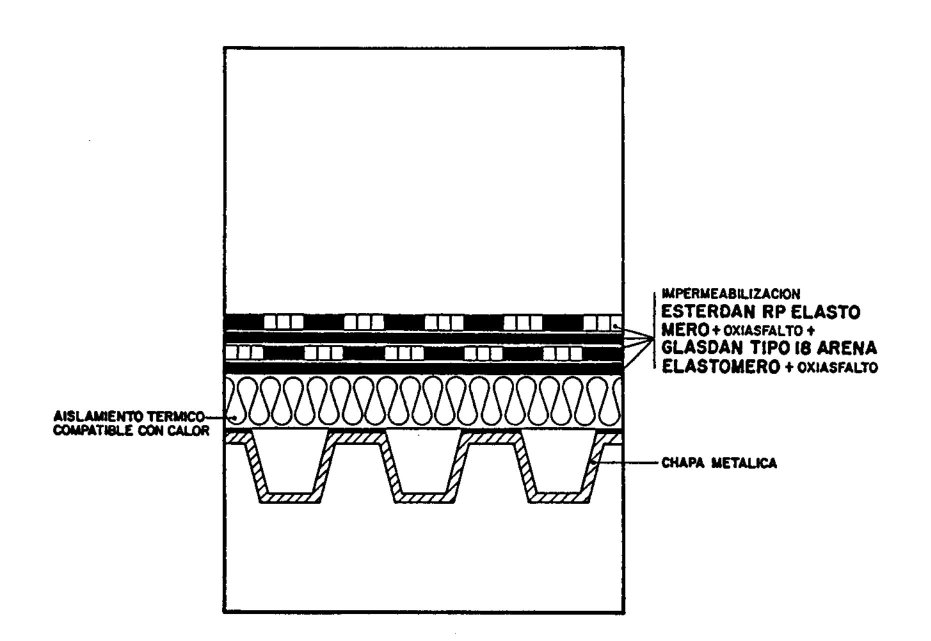


Figura 195

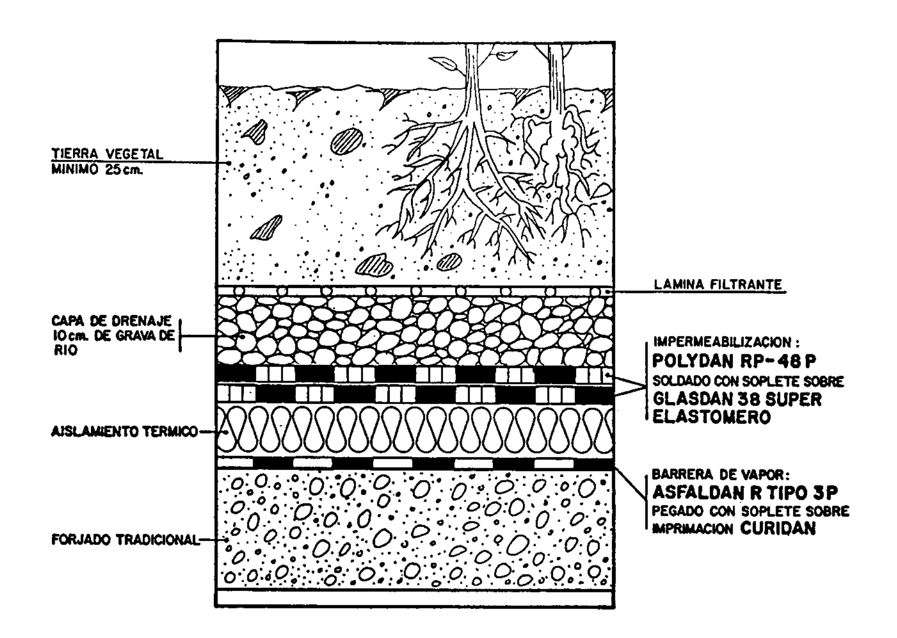


Figura 196

CUBIERTAS DECK (Fig. 195)

Por su naturaleza, la chapa galvanizada es altamente conductora del calor y del frío, por lo que la colocación de un aislante térmico es imprescindible en las construcciones realizadas con estos materiales.

Como aislantes suelen emplearse paneles rígidos, normalmente de corcho o fibra de vidrio y, en ocasiones de poliuretano. Estos panales se fijan al forjado metálico con asfalto fundido o bien mecánicamente, mediante tornillos autoroscantes, provistos de una arandela de gran tamaño. Cuando se utilicen paneles de fibra mineral o de poliuretano, éstos deberán llevar incorporada alguna protección (por ejemplo panel saturado de asfalto) que les proporcione una superficie apta para el contacto con el asfalto fundido y que asegure su alherencia.

Una vez colocados los paneles aislantes, se procede a impermeabilizar. La membrana impermeabilizante se seleccionará en función de la pendiente, del destino de la cubierta y de la sobrecarga que ésta admita. Generalmente se tratará de cubiertas no transitables, por lo que podrán utilizarse sistemas como los ya descritos anteriormente. Si se opta por un sistema que requiere protección pesada, puede utilizarse gravilla de río como protección. Si se elige un sistema autoprotegido, se suelen utilizar membranas asfálticas, formadas por dos o más capas de lámina, unidas entre sí y al soporte; por lo general se trata de multicapas «en caliente», es decir, la unión se efectúa con asfalto oxidado fundido. Como capa superior se utiliza una lámina con autoprotección mineral. Es también frecuente utilizar una sola capa en la impermeabilización; en este caso se emplea una lámina asfáltica gruesa (tipo 5 kg/m^2), fabricada con betún modificado con elastómeros y provisto de armadura de fieltro de poliéster o de doble armadura, soldada al aislante o adherida a éste con asfalto fundido.

IMPERMEABILIZACION DE JARDINERAS (Fig. 196)

La presencia constante de agua en el interior de las jardineras, obliga a que la impermeabilización sea lo más perfecta posible. Un sistema adherido permite además que cualquier fallo en ella sea más fácilmente detectable. Por otra parte, también la presencia y renovación constante del agua

actúa como refrigerante del fondo de la jardinera, por lo que, si existen dependencias habitadas debajo de ellas, es preciso preveer algún tipo de aislamiento térmico en su fondo. Con ello se evita la formación de condensaciones.

Por otra patre, la impermeabilización debe quedar bien protegida frente a:

las raíces;
las herramientas de jardinería.

Para evitar el paso de raíces se recomienda impermeabilizar con:

— láminas de betún elastómero y armadura de fieltro de poliéster;
— láminas de PVC;
— láminas de caucho butílico;
— láminas de alquitrán modificado con PVC.

Sin embargo, las láminas de caucho butílico no son muy aconsejables para jardineras de pequeño tamaño, no porque no sean eficaces sino porque se trata de un material de manipulación algo difícil y resulta complicado acoplarlo en espacios reducidos. Este inconveniente también lo posee, pero no tan acusado el PVC.

Si se opta por otro tipo de impermeabilización, deberá pensarse en un tratamiento adicional antirraíces, por ejemplo, pintando con un disolvente aromático (antraceno) o alquitrán, que se darán sobre la protección.

La protección será continua y pesada, por ejemplo una chapa de mortero de 2-3 cm o, mejor, una capa de rasilla común. Si se trata de jardineras de gran superficie, por ejemplo en terrazas ajardinadas o jardines encima de aparcamientos subterráneos, esta protección estará en función del tipo de plantas y el mantenimiento que precisen, pudiendo ser necesario colocar una capa de hormigón (3-4 cm), armado con tela metálica, o dos capas de rasilla.

Sobre la protección se colocará un drenaje, que puede consistir en una capa de gravilla y un fieltro no tejido (geotextil) que separe la gravilla de la tierra.

VIII. Reparación de cubiertas

Uno de los trabajos más delicados es determinar el origen de las filtraciones de agua en una cubierta o terraza.

Sin pretender hacer un estudio exhaustivo, damos a continuación algunas orientaciones sobre cómo averiguar el origen de las humedades o filtraciones y la forma de repararlas.

CUBIERTAS DE FIBROCEMENTO

Las humedades y filtraciones suelen aparecer en el punto de formación o muy poco alejadas de él. Debido al diseño de la plancha, el agua suele deslizarse por la parte inferior de una canal y gotear en el espacio comprendido entre su entrada y el final de la plancha, frecuentemente en el punto de apoyo sobre una vigueta, que interrumpe el recorrido del agua.

El origen de la filtración puede ser:

— Una fijación floja o rota.
— Una grieta en la plancha.
— Un solape excesivamente estrecho.
— Una perforación en la plancha.
— Una entrega defectuosa al contorno.

Si la gotera aparece en una canal, además de los anteriores, debería añadirse:

— Defecto en la embocadura de los desagües.
— Obturación del desagüe.
— Fallo en la unión entre piezas contiguas, por deterioro de la masilla de sellado, movimiento de las piezas.

Reparación

Algunas de las definiciones o deterioros indicados llevan implícita la forma de reparación. Así:

— Las fijaciones flojas o que han desaparecido, deben ser repuestas, procurando además sellarlas con masilla.
— Las grietas o roturas, si son pequeñas se taparán por ejemplo con lámina asfáltica autoprotegida con aluminio o con lámina de PVC resistente a la intemperie.
— Si las roturas o grietas son grandes, se substituirán las planchas.
— Las entregas se rematarán adecuadamente (Fig. 188), reforzando la zona con lámina asfáltica autoprotegida con aluminio, o formando un mimbel con rasillas.
— Si el solape es insuficiente, se substituirá la placa por otra mayor.
— El defecto en la embocadura de un bajante se subsana cambiando las piezas o prolongando la embocadura hacia el interior del desagüe.
— Cuando las uniones entre las piezas de la canal han perdido masilla, o ésta se ha deteriorado, se procederá a su substitución, procurando eliminar completamente la masilla anterior y limpiar bien la zona antes de sellarla de nuevo.
— Si las piezas de la canal se han movido, conviene comprobar las bridas de sujeción, substituyendo las oxidadas o rotas.

CUBIERTAS DE TEJAS

Las causas principales de formación de humedades o filtraciones en las cubiertas de teja suelen ser:

— Rotura de tejas.
— Desplazamiento de tejas.
— Fallos en las entregas.

Debido a la existencia de una cámara debajo de las tejas, que no siempre queda vista desde el interior del edificio, el determinar el punto por donde se produce la filtración requiere penetrar en el interior de la cámara de aire.

Por otra parte, como que la base sobre la que se asientan las tejas suele ser muy permeable al agua, es fácil determinar el punto por el que se produce la filtración.

Como en el caso de las cubiertas de fibrocemento, las reparaciones se deducen con facilidad:

— Substitución de tejas rotas o agrietadas.
— Colocación correcta de las tejas desplazadas, asegurando su fijación.
— Reparación de las entregas. Si hay agrietamiento del mortero, deberá repararse y asegurarse además de sus estanqueidad, tratándolo con una pintura adecuada o con lámina impermeabilizante.

TERRAZAS TRANSITABLES

En general es difícil y laborioso localizar el origen de una filtración debido a que:

a) La impermeabilización queda cubierta por una o más capas protectoras.
b) Debajo de la impermeabilización hay varias capas (chapa de mortero, hormigón de pendiente, aislamiento, forjado, enyesado), que son atravesadas por el agua y que pueden cambiar su curso.

Es conveniente realizar un plano con la localización de los puntos de humedad, por la parte inferior de la terraza, y comprobar su situación luego por encima de ella.

Por otra parte, existen unas zonas en las cubiertas en general que suelen ser los «puntos negros» o zonas más conflictivas. Estos son:

a) Entregas a paramentos verticales.
b) Chimeneas, shunts, patinejos, etc.
c) Bajantes.
d) Juntas de dilatación.
e) Juntas de embaldosados.

f) Anclajes (tendederos de ropa, antenas de TV, fijaciones de cables, rótulos, barandillas metálicas, etc.).
g) Bastidores de puertas.

De acuerdo con esto, se recomienda primero comprobar si las humedades coinciden con alguna de estas zonas o si están en su proximidad. Téngase además en cuenta que rara vez la humedad aparecerá en un punto más alto que el lugar de la impermeabilización en el que exista el fallo, sino que casi siempre aparecerá en un lugar más bajo y precisamente situado según el recorrido del agua a lo largo de la pendiente hacia el desagüe más próximo. Las terrazas cuyo forjado es reticular, de hormigón compacto, pueden ser una excepción a esta norma general, ya que la humedad sólo lo atraviesa en las discontinuidades (juntas de hormigonado, grietas, aberturas para desagües, etc.).

Reparación

a) Entregas a paramentos verticales (mimbeles) (Fig. 197).

Los defectos más usuales de los mimbales, que suelen ser causa de filtraciones son:

— Ausencia de rozas perimetrales (1). Al no existir la roza, el agua que resbala por la pared o barandilla, la empapa superficialmente, pasa por detrás de la impermeabilización y llega al interior del edificio. Deberá retirarse el mimbel, cortar la impermeabilización, formar la roza, tratar con imprimación la zona, reponer la impermeabilización y el mimbel.

— Defecto de adherencia de la impermeabilización (2). Un ejemplo de esta falta de adherencia se da en las impermeabilizaciones asfálticas, cuando no se ha dado una imprimación al contorno o se ha dado de una forma defectuosa, por ejemplo: pintado cuando la zona está húmeda, utilización de una pintura demasiado espesa, utilización de pintura de emulsión acuosa y soldado de la impermeabilización antes de su secado total.
La reparación se efectuará cortando la impermeabilización del contorno, aplicando una buena imprimación y reponiendo la impermeabilización cuando ésta esté completamente seca.

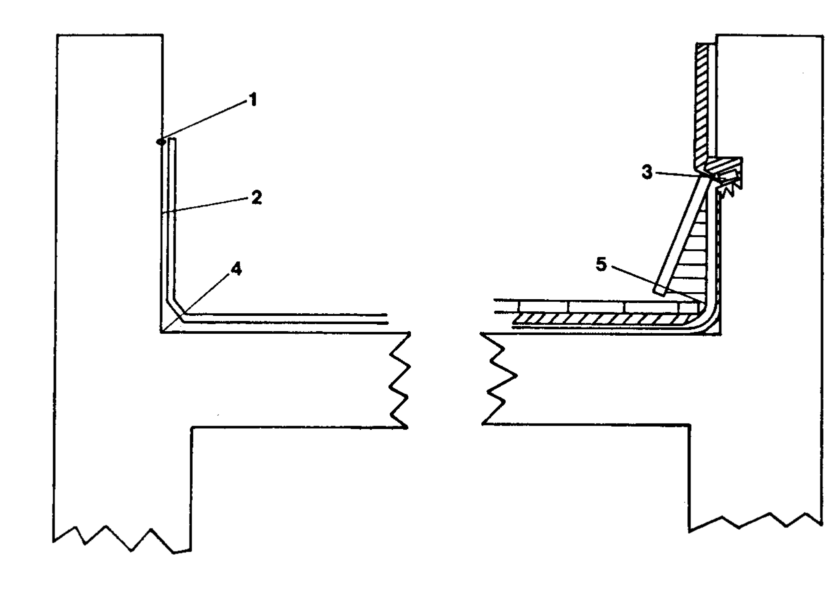


Figura 197

— Roza mal preparada (3). Las rozas, una vez abiertas, quedan irregulares, por lo que es necesario pulirlas con un poco de mortero de cemento. Con ello, la unión de la impermeabilización con la obra es correcta y se elimina la posibilidad de perforación de la lámina por efecto de los resaltes.

— Ausencia de medias cañas (4). Las láminas impermeabilizantes deben adaptarse perfectamente a los contornos. Cuanto más gruesa sea la lámina más difícil será doblarla en ángulo recto. Por este motivo, si las aristas no están romadas, queda un hueco entre ellas y la impermeabilización. Este hueco facilita la rotura de la impermeabilización, no sólo por los movimientos de dilatación y contracción que pueda sufrir el pavimento final, sino ya durante los trabajos de colocación del pavimento.

— Ausencia de junta en el embaldosado perimetral (5). Los pavimentos sufren cambios dimensionales por efectos del calor y del frío exterior. Si no se preveen juntas en los contornos, a pesar de que la impermeabilización se halle bien adherida y existan las

medias cañas perceptivas, con el tiempo, la impermeabilización se corta por efecto de la presión que el pavimento ejerce contra los contornos.
Si no existen estas juntas, deberá comprobarse el estado de la impermeabilización y proceder a su reparación, si está defectuosa. Lógiamente, al reponer el pavimento, se formarán las juntas.

b) Shunts, chimeneas, patinejos, etc.

— Estas zonas pueden ser conflictivas, ya que suelen construirse con material de obra muy delgado. La formación de rozas es muy difícil y, en muchas ocasiones, no se efectúan. Si a esto se añaden defectos o ausencia de imprimación, la posibilidad de filtraciones aumenta considerablemente.
Los remedios son los indicados anteriormente en las entregas a paramentos verticales, pero si verdaderamente no se pueden hacer rozas, éstas se substituirán por una mejor imprimación y por una mayor altura en las entregas de la impermeabilización.

— A veces, por necesidades de la obra, los shunts o chimeneas se instalan cuando la terraza ya está impermeabilizada y pavimentada, o bien se cambia su ubicación. Sucede que la impermeabilización es reparada por personal poco cualificado o no especializado, con el consiguiente peligro de que resulte defectuosa. Conviene descubrir la impermeabilización, eliminando la protección en las entregas, y proceder a su reparación, según se ha indicado anteriormente.

— No siempre la humedad que aparece junto a shunts y chimeneas proviene de defectos en la impermeabilización. Ocurre también que el agua, con lluvias intensas, puede entrar por su coronación, cuando ésta no existe o es defectuosa. Antes de proceder a levantar mimbeles o embaldosados es conveniente comprobar si el origen de la filtración es el indicado.

c) Bajantes (Fig. 198).

Los bajantes recogen el agua de toda la cubierta y cualquier defecto en ellos se pone de manifiesto inmediatamente. Entre los defectos más usuales puede citarse los siguientes:

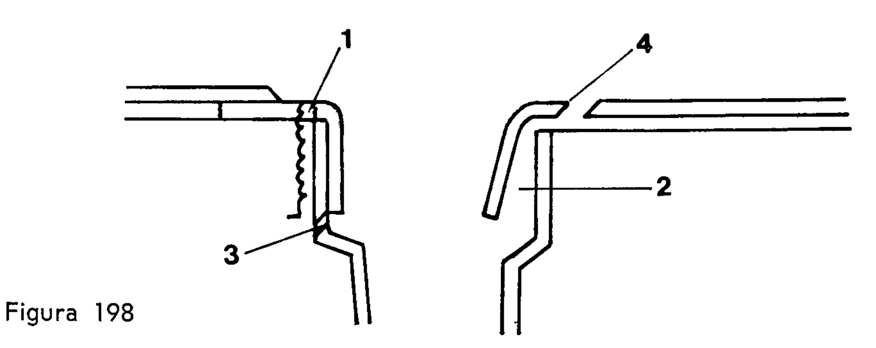


Figura 198

— Cortes en la impermeabilización (1). Como que la embocadura del bajante y el forjado no son una sola pieza, sino que están unidas por un material de agarre, puede suceder que los resaltes de éste o un defecto de la embocadura hayan cortado la impermeabilización. Esta posibilidad es mayor si la embocadura ha sido cortada para adaptarla al nivel preciso después de colocada la chapa de compresión sobre el hormigón de pendiente. Si existen resaltes o irregularidades en esta zona, deberán pulirse y reparar la impermeabilización.

— La entrega de la impermeabilización no está adherida a la embocadura (2). Si el bajante se obtura y se llena de agua, ésta penetra en la cubierta por debajo de la impermeabilización y produce filtraciones. Este problema es frecuente cuando se emplean embudos prefabricados con la lámina impermeabilizante, ya que rara vez se ajustan al diámetro exacto del bajante y, además, se suelen dejar sin adherir. La reparación consistirá en adaptar correctamente la entrega y fijarla de forma adecuada.

— Perforación en la embocadura (3). Cuando se aplica una lámina asfáltica y los desagües son de plástico, puede suceder que el impermeabilizador funda parcialmente el plástico al soldar la lámina. Deberá substituirse la pieza deteriorada y entregar con cuidado la impermeabilización.

— Empalmes defectuosos de la boca de los bajantes (4). En muchas ocasiones la impermeabilización se aplica estando solo colocada la embocadura pero no la totalidad de la instalación de desagües. Para no deteriorar la unión impermeabilización-boca de desagüe,

puede resultar que la unión de la embocadura con el resto de la instalación quede defectuosa. Es conveniente revisar estas uniones ya que, a menudo, humedades atribuidas a la impermeabilización, son en realidad defectos de la instalación de evacuación de aguas.

d) Juntas de dilatación.

Estos son uno de los puntos más conflictivos de las cubiertas. Afortunadamente son pocas las terrazas que, por su dimensión, exigen la presencia de juntas de dilatación. Además, como que las juntas atraviesan la totalidad de la cubierta, la detectación de estas humedades y su origen es muy rápida. Los orígenes de humedades más usuales son:

— Rotura en la impermeabilización. Son frecuentes cuando se han utilizado materiales poco elásticos o que envejecen con rapidez. Debe descubrirse la junta y proceder a su reparación. En el capítulo y en el apartado dedicado a las juntas de dilatación se indica el proceso a seguir para solucionar las juntas.

— Juntas en barandillas. La humedad puede pentrar por los laterales o las coronaciones de las barandillas en la zona de la junta de dilatación. Por lo tanto, no basta con solucionar correctamente la junta en la zona plana, sino que hay que cuidar también los laterales. Generalmente se aplica una lámina impermeabilizante elástica (de betún elastómero con armadura de fieltro de poliéster, de PVC armado o de caucho butílico), perfectamente adherida a los laterales y formando un bucle central. Si no fuera posible tratar la junta de esta forma, se procederá, como mínimo, a su sellado con una masilla de muy buena calidad, apta para juntas anchas.

— Juntas en limahoyas o en canales. Este sería un defecto de proyecto, no de ejecución. Las juntas nunca deben coincidir con las partes bajas de las cubiertas y menos con las canales. Si una junta corta una canal, deberá dividirse ésta en dos, mediante un murete que reparta las aguas. Si coincide con una limahoya, también deberá dividirse la vertiente en dos, elevando la zona de la junta.

e) Juntas de embaldosados.

Ya se ha comentado anteriormente que los pavimentos sufren variaciones dimensionales con los cambios de la temperatura ambiente y que



Figura 199

es necesaria la existencia de juntas que absorban estos movimientos. Se ha hablado también de juntas perimetrales y sus ventajas para prevenir deterioros en la impermeabilización de los contornos. Además de los ya expuestos, las juntas de embaldosado pueden producir humedades por las causas siguientes:

— Insuficiencia de juntas. Cuando la cubierta no tiene juntas o tiene pocas, la obra las abre por su cuenta, formando grietas y levantando baldosas (Fig. 199). Si el pavimento está adherido a la impermeabilización, arrastra a ésta en su movimiento, produciéndole fisuras. La zona afectada deberá descubrirse, se procederá a reparar la impermeabilización y, al reparar el pavimento, deberán formarse juntas allí donde la misma obra las ha marcado.

— Juntas poco anchas. Tienen consecuencias similares a las del caso anterior cuando la punta se contrae, la masilla sobresale con exceso (Fig. 200). Al rehacer la junta se aumentará su anchura.

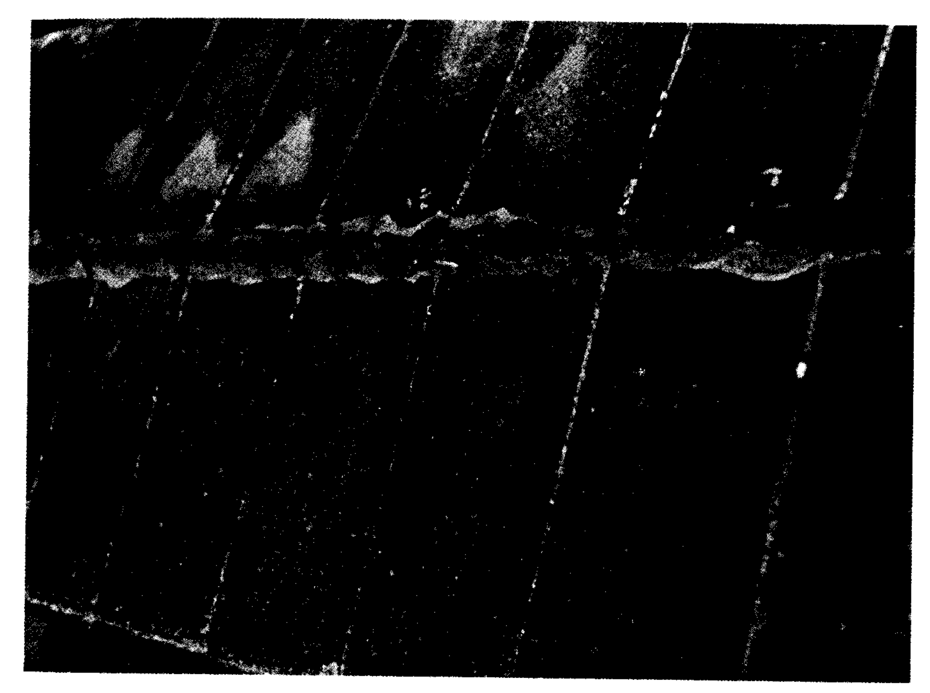


Figura 200

— Juntas sin sellar. El sellado de las juntas evita la penetración de materiales extraños y en especial de piedras, grava y materiales rígidos en general. Cuando la junta está vacía, estos materiales entran libremente, pero al contraerse la junta por efecto de un cambio de temperatura, quedan aprisionados y comprimidos en su interior, perforando la impermeabilización. Será necesario, además de reparar la junta, sellarla convenientemente con una masilla elástica.

— Masillas desprendidas lateralmente. Antes de aplicar la masilla, deben tratarse los bordes de la junta con una imprimación (véase el apartado de masillas en el Cap. 6). Si no se ha hecho así, cuando la junta se ensancha, la masilla suele desprenderse de uno de los lados, apareciendo allí una grieta. Los problemas que puede ocasionar este defecto son similares a los de los casos anteriores, por lo que, si se ha producido filtración de agua deberá repararse la impermeabilización y el pavimento. Si aún no ha aparecido humedad alguna, bastará eliminar la masilla mal adherida y substituirla por otra nueva, con el tratamiento de imprimación previo.

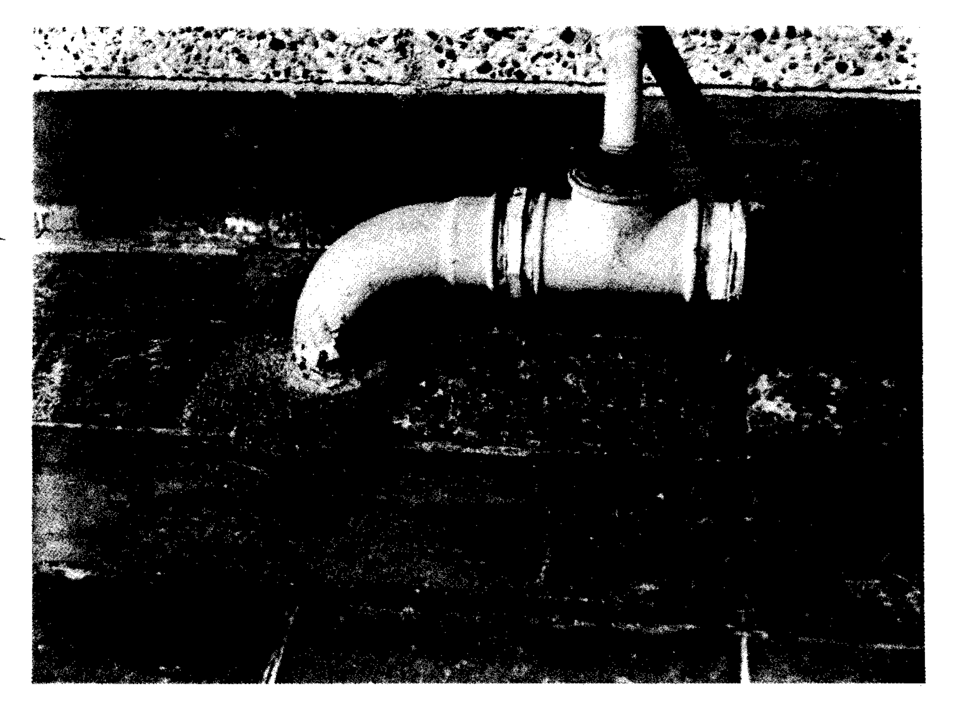


Figura 201

f) Anclajes.

En muchas ocasiones el origen de las humedades son perforaciones efectuadas en la cubierta o terraza antes o después de su impermeabilización. Citamos algunas de las más significativas.

— Barandillas metálicas (Fig. 201). Suelen instalarse antes de impermeabilizar y, aun cuando las entregas de la impermeabilización se efectúen cuidadosamente, con el tiempo pueden causar problemas debido a:

agrietamiento de la impermeabilización por el cimbreo de la barandilla;
oxidación del metal, que puede llegar incluso a su perforación.

Los tratamientos son fácilmente deducibles. En el primer caso, si no se puede evitar el cimbreo, se reforzará la impermeabilización con un material más elástico pero que sea compatible con el material ya existente. En el segundo caso se descubrirá la zona, se tratará el metal con pintura antioxidante y se reparará la impermeabilización, fijando además unos controles periódicos del estado de la pintura y del metal. Si ha existido perforación en el metal, puede resultar necesaria la subsitución de la zona dañada.

— Tendederos. Las fijaciones de los tendederos suelen ser metálicas y, si están empotradas en el pavimento, suelen crear problemas similares a los de las barandillas, por lo que el tratamiento será similar. No obstante, siempre que sea posible deben substituirse estas fijaciones por otras situadas en las barandillas u otros paramentos verticales. Con ello el control es más simple y también la reparación de cualquier posible deterioro.

— Antenas de TV. Pueden presentar los mismos defectos expuestos hasta ahora, pero además llevan cables tensores fijados en distintos puntos de la cubierta. Deberán cuidarse estos anclajes, evitando que perforen la impermeabilización. Además de la posibilidad de cambiar los anclajes y situarlos en las paredes, cabe la posibilidad de recurrir a dados de hormigón superpuestos al pavimento.

— Otras fijaciones. Son los casos de carteles de publicidad, rótulos luminosos, cables de teléfono, tuberías de agua o gas, etc. En cualquier caso los problemas y soluciones son similares a los anteriormente indicados.

g) Marcos de puertas.

Además de los problemas que puede ocasionar una eliminación deficiente de las aguas, ya expuestos en el capítulo, las partes inferiores de los marcos de las puertas y su anclaje en la terraza pueden crear problemas graves.

— Poca altura con relación al pavimento (Fig. 202). En ocasiones, y especialmente en las terrazas de los áticos, las distancias largas entre las puertas y los puntos de desagüe y la poca altura del forjado obligan a los constructores a situar los marcos de las



Figura 202

puertas de acceso a un nivel excesivamente bajo. Si la filtración de agua se produce por esta zona, no existe otra solución que elevar el marco, colocando un suplemento, metálico o de madera, según sea su naturaleza, y hacer una nueva entrega de la impermeabilización por debajo del marco. Esto exigirá además recortar la puerta. Es incluso aconsejable formar un pequeño peldaño en el exterior del acceso, aunque sólo sea con una hilada de rasillas.

— Filtración a través de los laterales del marco anclados en el pavimento. El tratamiento será similar al de los anclajes comentados anteriormente, si bien la madera deberá pintarse con materiales adecuados a ella.

CUBIERTAS PLANAS NO TRANSITABLES

Si las cubiertas tienen protección pesada adherida (embaldosado, chapa de mortero, etc.) los problemas y tratamientos serán iguales a los expuestos en el apartado de las terrazas transitables.

Si la protección no está adherida y es discontinua (losas en seco, o gravilla, por ejemplo), únicamente será preciso distinguir, de los casos anteriores, el tratamietnto de las juntas de dilatación.

Si la impermeabilización se ha deteriorado en la junta, deberá limpiarse la zona, en una franja de 20-25 cm a cada lado de la junta y proceder a repararla, tal como se ha indicado anteriormente. Una vez finalizada la reparación, conviene delimitar la junta, por ejemplo con una hilada de rasilla a cada lado y proceder a su sellado. Con ello se evitará la introducción de ningún material extraño.

CUBIERTAS AUTOPROTEGIDAS

Cuando la cubierta está impermeabilizada con sistemas resistentes a la intemperie, por ejemplo con láminas asfálticas acabadas con pizarra granular, la reparación suele ser mucho más simple, ya que los defectos o deterioros son, en la mayoría de los casos, apreciables a simple vista.

Las consideraciones expuestas para las terrazas transitables en cuanto a contornos, anclajes, patios, bajantes, chimeneas, etc. se pueden aplicar también aquí, con la salvedad de que no es preciso retirar y reponer el embaldosado. Otros defectos usuales son los siguientes:

— Formación de bolsas de aire (Fig. 207). Cuando hay un fallo en la adherencia de la impermeabilización sobre el soporte, o de las distintas capas de la impermeabiliazción entre sí, queda una bolsa de aire que, por efecto de los cambios de temperatura, sufre variaciones en su tamaño, según el aire se dilate o contraiga. Si la tensión del aire interior es muy grande, puede llegar a revantar y perforar la impermeabilización, originándose una vía de entrada de agua. Esta perforación también puede producirse al pisar la bolsa, especialmente si, por causa de las bajas temperaturas, o por tratarse de materiales algo envejecidos, la impermeabilización está rígida. La impermeabilización de la zona afectada debe eliminarse y ser repuesta por una nueva pieza, cuidando la perfecta unión entre las piezas nuevas y las ya existentes y una adherencia total a la base.

— Fisuras en la impermeabilización (Fig. 203). En estos sistemas, la impermeabilización está completamente adherida a la base, como ya se ha dicho repetidamente. Esta adherencia hace que, si la base se fisura o viene afectada por algún movimiento no previsto, transmite este movimiento o fisura a la impermeabilización. Si la grieta es considerable, para su reparación deberá seguirse un tratamiento similar al de las juntas de dilatación. Si se trata de una simple fisura, bastará una reparación sencilla, pero utilizando una lámina afín a la existente, pero con mayor resistencia al desgarre. Por ejemplo, en una impermeabilización con PVC se utilizará una tira de lámina de PVC armada; si se trata de impermeabilización asfáltica, se empleará una lámina autoprotegida fabricada con betún modificado con elastómeros y con armadura de fieltro de poliéster.

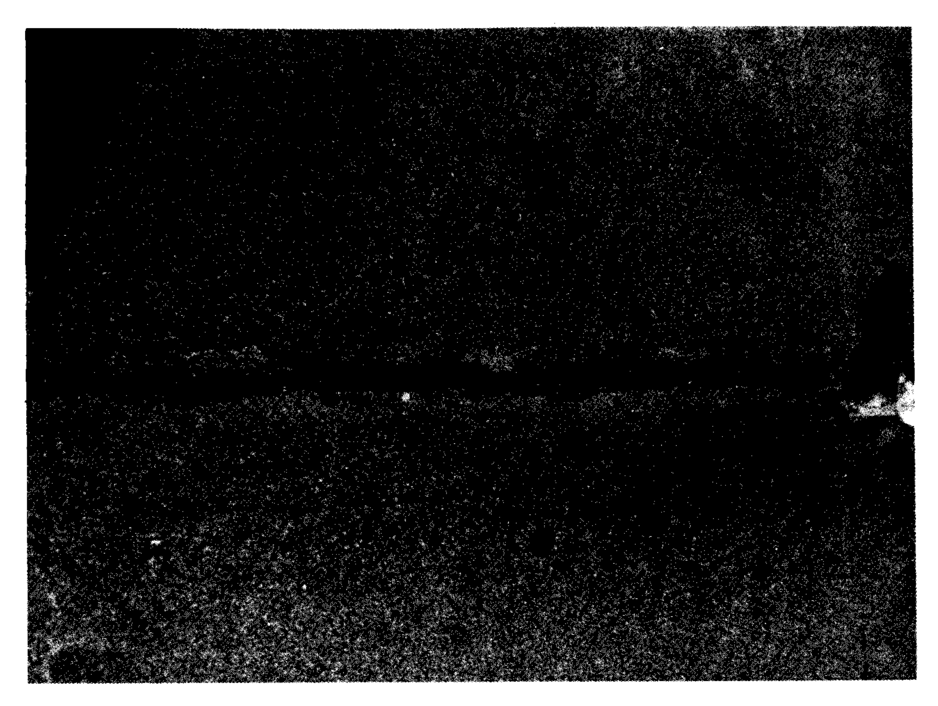


Figura 203

— Grietas en los solapes (Fig. 204). La duración de una impermeabilización autoprotegida no suele ser tan larga como cuando la impermeabilización lleva una protección pesada. Las actuales láminas fabricadas con betún y elastómeros y los PVC resistentes a la intemperie han representado un paso importante para la duración de este tipo de trabajos y hoy pueden conseguirse cubiertas



Figura 204

con estos materiales cuya duración es similar a la de las terrazas embaldosadas. Pero en impermeabilizaciones antiguas, sobre todo cuando el grosor de la impermeabilización es poco, suelen aparecer con el tiempo cortes, que se inician, por lo general, en la zona de los solapes.

Si las fisuras son pocas y pequeñas, bastará un parcheado, que sobrepase por lo menos 10 cm a cada lado de la fisura, efectuado de forma similar al descrito anteriormente. Si se trata de verdaderas grietas y abundantes, será preferible rehacer la impermeabilización en las zonas más afectadas.

— Corrimiento de la impermeabilización. Cuando la cubierta tiene una pendiente considerable (superior al 15 %, según la norma vigente MV-301), la impermeabilización debe ir, además de soldada o pegada, clavada en los solapes. Desgraciadamente, en ocasiones no sólo no se clava, sino que se pega o suelda mal a la base. En tales casos, la impermeabilización puede deslizarse lentamente hacia las partes bajas de la cubierta, despegándose en los solapes e incluso quedando arrugada en las canales laterales. Si este defecto es poco acusado, se eliminarán las zonas defectuosas y se repararán, cuidando al máximo su perfecta adherencia. Si la cubierta está muy afectada, la única solución consistirá en rehacerla, eliminando totalmente la impermeabilización existente.

CUBIERTAS DECK

Los fallos y problemas expuestos en las cubiertas anteriores son casi siempre aplicables a las cubiertas «deck», si bien las grietas, en las impermeabilizaciones autoprotegidas, pueden atribuirse a movimientos de las placas aislantes, en lugar de fisuras del forjado.

Existe una notable diferencia en los tratamientos de los contornos, así como en el de las juntas:

— Contornos. Normalmente la impermeabilización se entrega a los paramentos verticales sobre perfiles especiales y se protege con plancha perfilada. Puede suceder que ésta se apoye sobre la impermeabilización, por error en la colocación o por sufrir un ligero desplazamiento. También puede entrar el agua por los tornillos de fijación de la protección lateral. En cualquier caso, la reparación de los contornos implica la retirada de la plancha protectora y su posterior reposición, procurando evitar los defectos iniciales, recortándola si es preciso.

— Juntas de dilatación. Son siempre elevadas (Fig. 205), de forma que no circula el agua por encima de ellas, pero la discontinuidad de las piezas que las delimitan lateralmente pueden, por fatiga del material impermeabilizante, llegar a cortar la impermeabilización. La reparación exigirá también aquí la retirada de los perfiles protectores y su reposición posterior.

NORMAS GENERALES DE REPARACION DE IMPERMEABILIZACIONES

1. Determinación del origen de las filtraciones

Si la filtración no puede localizarse a simple vista o por un defecto constructivo conocido, deberá determinarse por otros medios. Los más usuales son:

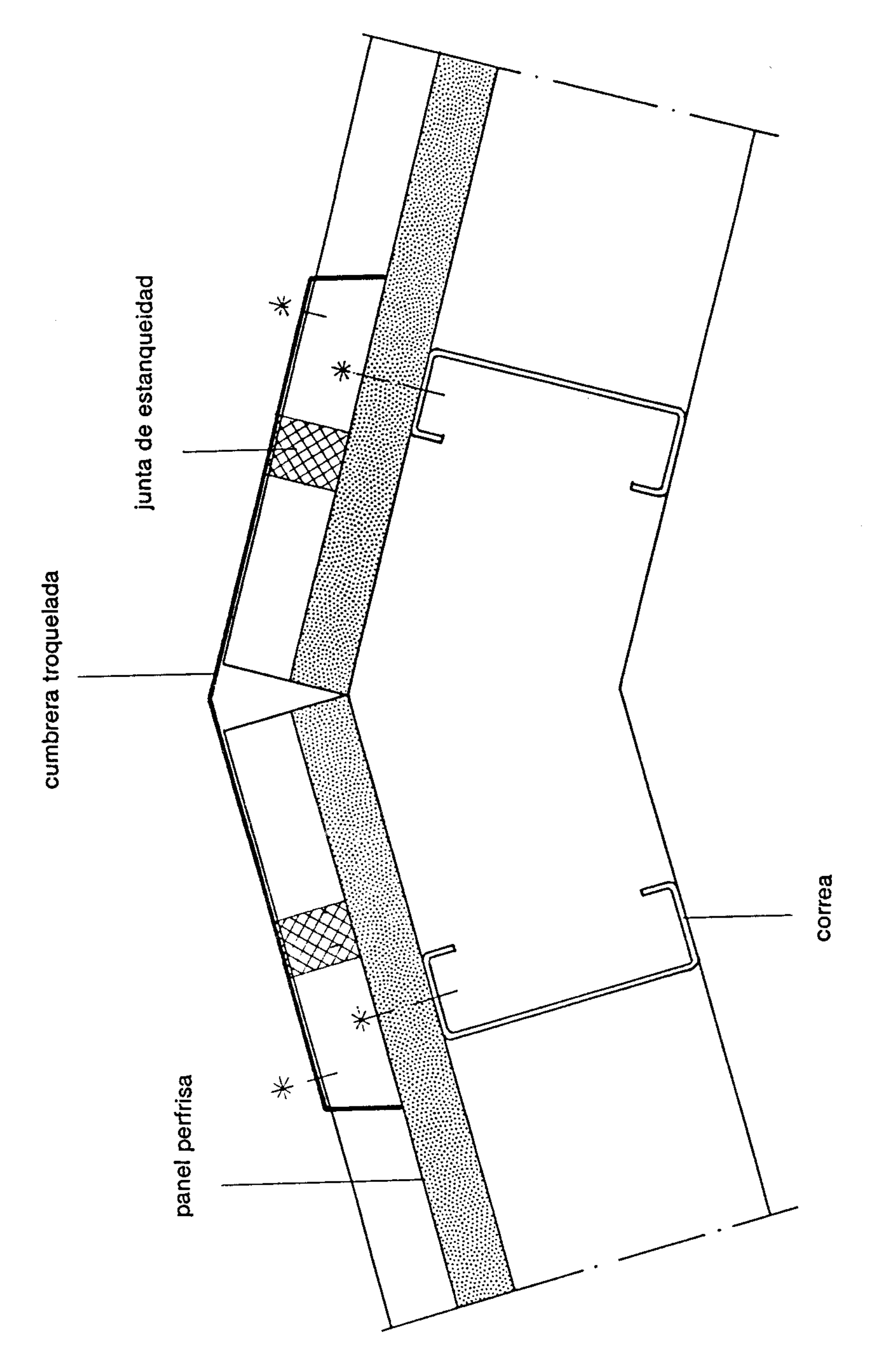


Figura 205

— Vertido de agua en la zona afectada, por ejemplo con una manguera, sin formar un abanico muy grande (50-100 cm de ancho, como máximo), iniciándose en el mismo lugar en que aparece la humedad. Si la filtración aparece a los pocos minutos de iniciar la lluvia, también ahora debe aparecer con rapidez. Si la humedad no aparece, se va alejando la manguera en sentido contrario al del recorrido del agua, pero en línea recta con la dirección del bajante. Se prosigue el desplazamiento, dejando la manguera en reposo unos 30 minutos cada medio metro, hasta que aparezca la filtración. El fallo de la impermeabilización estará en el punto donde esté situada la manguera en aquel momento o a poca distancia del mismo en dirección al bajante.

— Si la humedad no aparece de inmediato al iniciar la lluvia, se recomienda formar una pequeña balsa encima de la zona perjudicada. Esta balsa se irá desplazando o modificando en días sucesivos, hasta que aparezca la humedad.

— Si las manchas de humedad coinciden con algún contorno de la cubierta, se tratará probablemente de un defecto de entrega. Al formar una balsa no aparecerá la gotera, pero sí al verter agua por encima del mimbel.

2. Retirada de la protección

Debe hacerse cuidadosamente, evitando deterioros en la impermeabilización, especialmente en terrazas algo antiguas y si el embaldosado está muy adherido a ella.

La zona a reparar se ampliará por lo menos unos 25 cm a cada lado de la parte afectada y, en estos laterales, deberá comprobarse el buen estado de la impermeabilización descubierta. Ocurre a veces que, al reparar una gotera, se producen otras en la zona descubierta y que estaba en perfecto estado.

Si la protección no está adherida, su retirada será más fácil y el riesgo de deterioro de las zonas contiguas será mucho menor.

Cuando se trate de impermeabilizaciones asfálticas autoprotegidas, para facilitar la unión de las nuevas láminas, deberá eliminarse la autoprotección. Así, la pizarra o áridos minerales se arrancarán calentando la lámina con un soplete; en las láminas acabadas con aluminio, se cortará primero el aluminio alrededor de la zona a tratar, con una espátula o un cuchillo, procurando no cortar la parte asfáltica de la lámina, y se levantará calentándolo suavemente.

Si la impermeabilización está hecha con PVC, caucho sintético o alquitrán modificado con PVC, la eliminación de la protección será más sencilla, ya que rara vez la adherencia de éste a la lámina será muy fuerte.

3. Reparación de la impermeabilización

En impermeabilizaciones asfálticas se procurará poner, por lo menos, dos capas de lámina. Se comprobará la perfecta soldadura entre las nuevas láminas y los contornos de la zona afectada. Como mínimo se solaparán 20 cm entre sí. La segunda capa se soldará completamente a la primera, y se alargará unos 5-10 cm más hacia la zona no afectada, con el fin de suavizar el aumento de grosor.

Si se utilizan láminas de PVC, el procedimiento será similar, pero se emplearán láminas de 1 mm de espesor, como mínimo, y provistas de armadura. Como que se trata de monocapas, se asegurará la unión con la lámina existente, mediante doble soldadura.

Con las láminas de caucho tampoco variará el procedimiento. A ser posible los solapes se unirán con tiras de caucho crudo, vulcanizable en frío y sólo en casos excepcionales se utilizará pegamento.

En las láminas de alquitrán modificado con PVC la unión se efectuará con pasta y no con pegamento, a no ser que se trate de superficies muy grandes y con la lámina ya existente en condiciones óptimas de limpieza.

4. Comprobación

En cualquier caso, una vez efectuada la reparación, y antes de reponer la protección si ha de haberla, se comprobará la desaparición de las humedades, embalsando la cubierta, si es posible. Si no lo fuera se formará una balsa en la zona reparada, pero de dimensiones algo mayores, con el fin de asegurar que no se ha deteriorado la impermeabilización durante los trabajos de reparación.

5. Reposición del pavimento

Cuando exista pavimento a reponer, se colocará teniendo en cuenta las incompatibilidades de algunos materiales de construcción. Por ejemplo, no se colocará embaldosado con mortero asfáltico sobre el PVC, ni mortero de cal sobre materiales asfálticos. Por lo demás se tendrán en cuenta las instrucciones sobre juntas, perímetros, etc., que ya se han expuesto reiteradamente.



Figura 206

REIMPERMEABILIZACION DE TERRAZAS TRANSITABLES

Cuando la impermeabilización está muy deteriorada, y especialmente si tiene ya bastantes años, puede ser necesario rehacer la terraza. La ejecución podrá hacerse siguiendo las instrucciones dadas para las terrazas de nueva construcción, pero los trabajos preparatorios deberán ser forzosamente distintos.

En primer lugar debe considerarse el estado del embaldosado o pavimento. Si las rasillas están, en general, rotas o agrietadas (Fig. 206), será preferible levantar el pavimento y dejar la impermeabilización, si no se ha roto durante la retirada de aquél.

Si el pavimento se halla en buen estado y el forjado lo admite, puede aplicarse una nueva impermeabilización y embaldosado encima del existente. Es necesario asegurarse de que la terraza puede soportar el incremento de peso, por lo que, preferiblemente, se recurriá a un peritaje. El peso de la nueva impermeabilización más una capa de rasilla puede ser

del orden de 50-70 kg/m². En caso de duda será siempre preferible levantar el embaldosado.

Es conveniente que la impermeabilización antigua se deje o que, como mínimo, se vaya retirando a medida que se coloque la nueva. Téngase en cuenta que, durante los trabajos de reimpermeabilización, pueden producirse lluvias y la antigua impermeabilización, por deteriorada que esté, siempre protegerá algo, en tanto no se coloca la nueva.

Si no se elimina la impermeabilización antigua, es necesario que la nueva sea compatible con ella. Por ejemplo, no se colocará asfalto sobre PVC o al revés.

Si la resistencia del forjado lo permite y el pavimento está en buen estado, ya se ha dicho que éste puede mantenerse. Sin embargo puede ser conveniente regularizar la superficie previamente. Las aristas de las baldosas, especialmente si las llagas están algo vacías, pueden cortar la nueva impermeabilización. Bastará una lechada espesa para subsanar este inconveniente, o recurrir a una capa separadora con un material algo grueso, por ejemplo cartón ondulado. Si hay baldosas rotas o sueltas, se eliminarán y el hueco resultante puede nivelarse con mortero de cemento portland.

Es siempre conveniente eliminar los mimbeles, reabrir las rozas o hacerlas nuevas unos 4 ó 5 cm por encima y romar las aristas, haciendo medias cañas.

Si los bajantes fueran poco holgados, para la superficie de la terraza, deberá aliminarse la impermeabilización en las entregas a ellos, para que, al aplicar la nueva, su diámetro no disminuyera de nuevo.

Es también importante comprobar que las puertas que den a la terraza no queden demasiado bajas con el nuevo pavimento. En el apartado de reparaciones se dan indicaciones sobre este punto. Recordemos sólo que puede ser necesario levantar los marcos y acortar las puertas.

REIMPERMEABILIZACION DE CUBIERTAS NO TRANSITABLES

Si la cubierta lleva protección de rasillas o chapa de mortero, el proceso será el mismo que se ha seguido en las terrazas transitables.

Si la protección es de gravilla suelta y ésta no está adherida a la impermeabilización, puede retirarse provisionalmente y reponerla, una vez se haya reimpermeabilizado la cubierta.

Cuando la gravilla está aglomerada o se ha incrustado en la impermeabilización caben dos soluciones. Si el forjado admite la sobrecarga, se regulariza la superficie con mortero y se reimpermeabiliza la cubierta. Si el

forjado no admite la sobrecarga, o se duda de que la admita, debe retirarse protección e impermeabilización.

En el caso de cubiertas impermeabilizadas con sistemas asfálticos cuya capa final es autoprotegida con gránulos minerales, el procedimiento más simple consiste en añadir nuevas láminas asfálticas. Se efectúa un saneado previo (Fig. 207), eliminando bolsas de aire y zonas huecas y se aplica la nueva impermeabilización, adhiriéndola con asfalto oxidado fundido. Se aplicarán una o más capas, según la calidad y espesor de las láminas. Así, si se emplea una lámina de 4 ó 5 kg, fabricada con betún elastomérico y con armadura de fieltro de poliéster, bastará, por lo general con una capa. Si se emplean láminas fabricadas con oxiasfalto y armadura de fibra de vidrio, se colocarán dos capas, por lo menos, de las cuales, la última será del tipo autoprotegida.

En lugar de unir la nueva impermeabilización con la antigua con asfalto oxidado fundido, puede hacerse por soldadura, pero tomando las precauciones para asegurarse de que los gránulos autoprotectores de la impermeabilización antigua no dificulten la adherencia de la nueva. Para ello suele colentarse la superficie con el soplete y rascar los gránulos con una espátula.



Figura 207A





Figura 207 B ▲

▼ Figura 207 C





Figura 207 D

Cuando la impermeabilización existente está protegida con aluminio gofrado, deberá desprenderse éste antes de aplicar la nueva. La parte asfáltica de la lámina, si está bien adherida a la base, puede dejarse y soldar la nueva impermeabilización encima. La eliminación de la hoja de aluminio se efectúa con facilidad, calentando ligeramente por encima.

Las láminas de PVC que pueden ir vistas deben eliminarse al rehacer la impermeabilización. Si al arrancarlas se deteriora la base, será preciso regularizarla con mortero de cemento portland.

Apéndice I. Materiales impermeabilizantes

A. PINTURAS

Bituminosas en emulsión		Bituminosas con disolventes	
Aquaseal	Asfaltex, S. A.	Chovintel	Asfaltos Chova, S. A.
Caupel	Petelsa	Impridan	Danosa
Curidan	Danosa	Imprimación Asf.	Asfaltex, S. A.
Choelax	Asfaltos Chova, S. A.	Licuaflex	»
Choemul	» »	Litol	Sánchez Pando, S. A.
Emulsión NR	Magdan, S. A.	Petromag	Magdan
Emulsión Caucho	»	Pibial	Texsa, S. A.
Emulsur	Asfaltos del Sureste, S. A.	Pitel	Teelax
Emufal	Texsa, S. A.	Poliprimer	Proas, S. A.
Emupel	Petelsa	Samatex	Sama
Gelcote	Sama	Telco prima	Composa, S. A.
Impridan	Danosa	The-floor	Sánchez Pando, S. A.
Kolxik n.° 3	Sánchez Pando, S. A.	Feb-flex	Texsa, S. A.
Las-mul N	Lasur, S. A.	Bitucem	Cemarlesa
Maxdan	Danosa		
Mutel	Teelax		
Proaléstic	Proas, S. A.		
Promulsit	»		
Telco	Composan, S. A.		
Vaporseal	Asfaltex, S. A.		
Igasol pasta	Sika, S. A.		
Emulcem	Cemarlesa		

Decorativas para exteriores

a) Minerales, al agua

Duritex	Sama
Etel	Teelax, S. A.
Extolite	Asfaltex, S. A.
Exton	Texsa
Telconyl	Composan, S. A.
Sur-lite	Lasur, S. A.
Surpinter	Asfaltos del Sureste, S. A.
Maxcem	Drizoro, S. A.
Permacem	Cemarksa
Cenalite	»
Acrialp	Productos Alp, S. A.

b) Orgánicas, en emulsión

APT	Proas, S. A.
Feb-reveton ISO	Texsa, S. A.
Lipo VL	Magdan
Pastolite	Asfaltex, S. A.
Plasticón	Teelax, S. A.
Surimplast	Asfaltos del Sureste, S. A.
Tollak PF	Collak, S. A.
Rubson esp. fachadas	Rubson, S. A.
Concreseal	Drizoro, S. A.
Thorosheen	Thoro System Prod.
Cotecril 95	Texsa, S. A.
Texpin liso	»
Rugoplast liso	Cemarksa
Cenacryl	»
Valldur liso	Productos Alp, S. A.
Galatex liso	Galatex, S. A.
Satín	Procolor, S. A.
Dalia	»
Alacril	Rocalla, S. A.
Emultone	Pint. Bruguer, S. A.
Valon	Valentine, S. A.
Hidrolux	Titán, S. A
Junocril	Juno, S. A.
Pliobard Super-acril	Barpimo, S. A.
Pliobard liso	»

c) Pinturas estuco

Lipo VR	Magdan, S. A.
Feb-reveton rugoso	Texsa, S. A.
Telco plast	Composan, S. A.
Surrevest	Asfaltos del Sureste
Thorocoat	Thoro System Prod.
Texpin rugoso	Texsa, S. A.
Rugoplast rugoso	Cemarksa
Valldur rugoso	Productos Alp, S. A.
Galatex rugoso	Galatex, S. A.
Acriton	Syntesia, S. A.
Exter-Putz	Procolor, S. A.
Proco-Tex	»
Tirol-2	»
Lito-cril	Herpu, S. A.
Junorev	Juno, S. A.
Akromur	Akro, S. A.
Litone	Bendix, S. A.
Pliobard rugoso	Barpimo, S. A.

Pinturas invisibles

Adi-sil	Asfaltex, S. A.
Altivo C	Sánchez Pando, S. A.
Claritex	Sama
Feb-Silicon S	Texsa
Lipo VT	Magdan, S. A.
MZ-61	Lasur, S. A.
Polimur	Teelax, S. A.
Repulso	Halesa
Silconol	Bettor, S. A.
Silicono	Teelax, S. A.
Surcryl	Asfaltos del Sureste, S. A.
Sursilco	» »
Tollak invisible	Collak, S. A.
Conservado 5	Sika, S. A.
Thoroclear	Thoro System Prod.
Dil-sil 20	Perennator, SAE
Barniz hidrófugo fachadas	Procolor, S. A.
Barniz acrílico para fachadas	Barpimo, S. A.

Impermeabilizantes para cubierta

Asfaltikol	Cai, S. A.
Campolín	Asfaltex, S. A.
Caucholit	Magdan, S. A.
Revelat	Asfaltos del Sureste, S. A.
Telco E-3 y M-3	Composan, S. A.
Copson	»
Kölatol 27	J. Mercadé y Cai, S. A.
Mulseal	Expandite, S. A.
Tollak EC	Collak, S. A.
Rubson mastic acrilic	Rubson, S. A.
Rubson especial techumbres	»
Goterstop	Manufacturas Masachs, S. A.
Spring	Euroquímica, S. A.
Terracem	Cemarksa

B. ADITIVOS

Hidrófugos para morteros

Adi-pulver	Asfaltex
Alco 1	Sánchez Pando, S. A.
Dolomite	Sama
Feb-impe	Texsa
Hidrófugo	Petelsa
Hidropol	Teelax, S. A.
Lipo H	Magdan, S. A.
MZ-56	Lasur, S. A.
Statofix	Halesa
Stop	Teelax
Surimper-2	Asfaltos del Sureste, S A.
Vopol P	Sánchez Pando, S. A.
Sikalite	Sika, S. A.
Sika 1	»

Hidrófugos para hormigones

Adi-super	Asfaltex, S. A.
Alco 2	Sánchez Pando, S. A.
Dolomite	Sama
Feb-impe	Texsa
Hidrófugo	Petelsa
Hidropol	Teelax, S. A.
MZ 56	Lasur, S. A.
Statofix	Halesa
Stop	Teelax, S. A.
Surimper 2	Asfaltos del Sureste, S. A.
Vopol P	Sánchez Pando, S. A.
Melment L 100	Bettor, S. A.
Proción-5	Expandite, S. A.
Sika 1	Sika, S. A.
Plastocrete-N	»

Anticongelantes

Acel-plast	Texsa, S. A.
Adi-frost	Asfaltex
Antico	Teelax
Anticongelante	Magdan
Antifrial	Halesa
Alco 4 B	Sánchez Pando, S. A.
Bettogel	Bettor, S. A.
Surtangel	Asfaltos del Sureste, S. A.
Sirio SC	Expandite, S. A.
Friolite	Sika, S. A.
Sika-Antigel	»

Plastificantes

Adi-plast	Asfaltex, S. A.
Bettoplast	Bettor, S. A.
Hormi-plus	Texsa, S. A.
Lipo A	Magdan, S. A.
Plasinclair 500	Halesa
Plaston	Teelax, S. A.
Reoplast	Halesa
Surimper 1	Asfaltos del Sureste, S. A.
Winder HM	Sánchez Pando, S. A.
Plastiment BV-40	Sika, S. A.
Sikacrete	»

Aceleradores de fraguado

Acelax	Teelax, S. A.
Aceleral	Halesa
Aceleral Ultra-rápido	Halesa
Acelerante	Magdan
Adi-dur	Asfáltex, S. A.
Adi-rápido	»
Alco 4 C	Sánchez Pando, S. A.
Fraguacem	Sama
Rápid	Texsa
Suracel	Asfaltos del Sureste, S. A
Ultra-rápid	Texsa
Maxplug	Drizoro, S. A.
Koros	Expandite, S. A.
Sika-3	Sika, S. A.
Oleoplast	»

C. MORTEROS PREMEZCLADOS

Adi-mix	Asfaltex
Descal	Halesa
Haleseal	»
Maxseal	Drizoro, S. A.
PCI Imperbett	Bettor, S. A.
R-morter	Texsa, S. A.
Thoroseal	Thoro System Prod.
J-morter	Texsa, S. A.
Hey'di K 11	Remosa
Impermeab. Hey'di especial	»
Frix	Detersa

D. PASTAS Y MASILLAS IMPERMEABILIZANTES

Tapagoteras

Cansur	Asfaltos del Sureste, S. A.
Copson	Composan, S. A.
Damfal	Asfaltex, S. A.
Lipolit	Magdan, S. A.
Maxdan Caucho	Danosa
MZ-62	Lasur, S. A.
Tapón	Teelax, S. A.
Samalit	Sama
Senabutil	Manufacturas Masachs, S. A.

Masillas asfálticas

Chomastic P	Asfaltos Chova, S. A.
Damfal	Asfaltex, S. A.
Dilatex	Sama
Joinfal	Asfaltex, S. A.
Juntamag	Magdan, S. A.
Junter	Texsa
Juntodan	Danosa
Juntoplast	Proas, S. A.
Junto-surs	Lasur, S. A.
Masilla	Petelsa
Mastel	Teelax, S. A.
Masticsur	Asfaltos del Sureste, S. A.
Kolxik n.º 6	Sánchez Pando, S. A.
PA-52	Danosa
Static	Halesa
Telcofibra	Composan, S. A.
Xik	Sánchez Pando, S. A.
Igas-negro	Sika, S. A.
Igas-P	»

Masillas acrílicas

Acriflex	Asfaltex, S. A.
Adeptol	Bettor, S. A.
Plastomastic	Halesa
Silimag-acril	Magdan, S. A.
Survimastic	Asfaltos del Sureste, S. A.
Secocryl	Expandite, S. A.
Tollak A-20	Collak, S. A.
Bostik 689	Bostik, S. A.
Sinter-glas	Quilosa, S. A.
Sikaacril	Sika, S. A.
LS	Perennator, S.A.E.

Masillas de caucho

Apoplex	Bettor, S. A.
Joincar	Asfaltex, S. A.
Joinruber	»
Tollak B-30	Cellak, S. A.
Masilla Bostik 6660	Bostik, S. A.
» » 1553	»
» » BSD	»
Sinter-butil	Quilosa, S. A.
Junter-g 40	Texsa, S. A.

Masillas de silicona

Joinfix	Asfaltex, S. A.
Silimag	Magdan, S. A.
Silimast	Texsa
Silicoferm	Bettor, S. A.
Silicomastic	Halesa
Expansil	Expandite, S. A.
Tollak S-10	Collak, S. A.
Sellador Bostik 7555	Bostik, S. A.
Orbasil	Quilosa, S. A.
Sika-silicona	Sika, S. A.
V-23	Perennator, S.A.E.

Masillas de poliuretano

Macdelastik UN	Texsa, S. A.
Elribon S	Bettor, S. A.
Macdekol	Texsa
Selloflex	Halesa
Sikaflex	Sika, S. A.
Secoseal	Expandite, S. A.
Bostik 2638	Bostik, S. A.
Sinter-pur	Quilosa, S. A.
PU	Perennator, S.A.E.

Masillas de paliuretano-brea

Escutan	Bettor, S. A.
Sello-flex	Halesa
Static-juntaa	»
Telco pol	Composan, S. A.

Masillas de tiocol

Cauchomastic	Halesa
Elribon C	Bettor, S. A.
Tiojoint	Asfaltex, S. A.
Thioflex	Expandite, S. A.
Polifix	Quilosa, S. A.
LX	Perennator, S.A.E.

E. LAMINAS IMPERMEABILIZANTES

Láminas de oxiasfalto sin autoprotección

a) Con armadura orgánica

Carflex	Asfaltex, S. A.
Chofiar	Asfaltos Chova, S. A.
Chofital	» »
Feltron	Teelax, S. A.
Fieldan	Danosa
Fieltro	Petelsa
Fieltrosur	Asfaltos del Sureste, S. A.
Fitalsur	» »
Tapex	Asfaltex, S. A.
Vel-Sur F	Lasur, S. A.

b) Con armadura de fibra de vidrio

Cubritech fibra v.	Sama
Chovel	Asfaltos Chova, S. A.
Glasdan	Danosa
Kubertol FV	Sánchez Pando, S. A.
Lámina 27	Asfaltex, S. A.
Petel-vel	Petelsa
Telcolam V	Composan, S. A.
Superlámina	Asfaltex, S. A.
Supertelax V	Teelax, S. A.
Vel-Sur T	Asfaltos del Sureste, S. A.
Vel-Sur	Lasur, S. A.

c) Con armadura de polietileno

Asfaplast	Asfaltos del Sureste, S. A.
Cubritech plástico	Sama
Choplastic	Asfaltos Chova, S. A.
Danoplax	Danosa
Kubertol TP	Sánchez Pando, S. A.
Lipo PA	Magdan, S. A.
Morter plas N	Texsa
Petel-plast	Petelsa
Surplas	Lasur, S. A.
Telakol	Jaime Mercadé y Cai, S. A.
Telcolam P	Composan, S. A.
Surplas	Lasur, S. A.

d) Con armadura de fieltro de poliéster

Chovel AR	Asfaltos Chova, S. A.
Esterdan	Danosa
Kubertol PO	Sánchez Pando, S. A.

e) Con doble armadura

Choplasvel	Asfaltos Chova, S. A.
Duplex	Magdan, S. A.
Supercubritech	Sama

Láminas de oxiasfalto con autoprotección

a) Autoprotección mineral

Chovel	Asfaltos Chova, S. A.
Glasdan 40 G	Danosa
Kubertol FV	Sánchez Pando, S. A.
Petel-pizarra	Petelsa
Texfal color	Asfaltex, S. A.

b) Autoprotección mineral - doble armadura

Chovel AR	Asfaltos Chova, S. A.
Esterdan 40 G	Danosa

c) Autoprotección aluminio gofrado

Agdal	Asfaltex
Alumivel	Asfaltos del Sureste, S. A.
Cubritech A1 incorp.	Sama
Choalumex TV	Asfaltos Chova, S. A.
Glasdan AL 80	Danosa
Kubertol aluminio	Sánchez Pando, S. A.
Morter-plas A1	Texsa

d) Protección laminar de aluminio (sin armadura)

Alumag	Magdan, S. A.
Alufal	Asfaltex, S. A.
Alumex-sur	Asfaltos del Sureste, S. A.
Alux-sur	Lasur, S. A.
Asfalfan A1 80	Danosa
Cubritech aluminio	Sama
Choalumex	Asfaltos Chova, S. A.
Kubertol PL	Sánchez Pando, S. A.
Petel A1 exterior	Petelsa
Super-Telax	Teelax, S. A.
Telakol A-3	J. Mercadé y Cai, S. A.
Telcolam A1	Composan, S. A.

Láminas de oxiasfalto modificado con elastómeros

Danoplax M 40	Danosa
Glasdan M 40	»
Esterdan M 40	»

Láminas de betún elastomérico

Danoplax 40 P elastómero	Danosa
Esterdan Elastómero	»
Poliplas	Magdan, S. A.
Polivel	»
Politaber-plas	Asfaltos Chova, S. A.
Politaber-vel	» »
Polydan	Danosa
Glasdan elastómero	»
Supertelco lam	Composan, S. A.
Kubertol FV	Sánchez Pando, S. A.
Kubertol TP	» »
Morterplas polimérica	Texsa

b) Con doble armadura

Esterdan elastómero	Danosa
Kubertol PO	Sánchez Pando, S. A.
Politaber AR P	Asfaltos Chova, S. A.
Supermorterplas	Texsa
Morter-plas mineral	»
Hiper morter-plas	»

Placas asfálticas

Kubertol-placa	Sánchez Pando, S. A.
Placas asfálticas	Petelsa
Placas asf. Carflex	Asfaltex, S. A.
Placas asf. Curidan	Danosa
Teula	Asfaltos Chova, S. A.

Láminas de PVC

Imperplastic	Aiscondel
Alkorplan	Sdad. Gen. Hules, S. A.
Terlin	» » »
Novanol	Halesa
Rhenofol	Intemper Española, S. A.
Vinilca	Manufacturas Masachs, S. A.
Drayfil	Aiscondel
Giscolay	Giscosa

Láminas de caucho butílico y EPDM

Coberal	Asfaltex
Butilay	Giscosa
Indy	Firestone, S. A.
Imperbutil	Magdan, S. A.
Rhepanol	Intemper Española, S. A.
Aquastop	Manufacturas Masachs, S. A.
Expoband	Expandite, S. A.

Láminas de alquitrán PVC

Tarfal	Danosa

Láminas de asfalto PVC

Danoflex	Asfaltex

Láminas de polietileno alta densidad

Schlegel	Halesa

F. PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS

Imprimadores y adhesivos

Dado que estos materiales se utilizan conjuntamente con otros ya citados, cada fabricante recomienda el imprimidor adecuado, por lo que no se ha creído necesario incluir una relación de marcas y fabricantes.

Emulsiones asfálticas para embaldosar

Aquaseal	Asfaltex
Emulsión N y R	Magdan
Emulsur	Asfaltos del Sureste
Emupel	Petelsa
Gelcote	Sama
Las-mul-N	Lasur, S. A.
Maxdan	Danosa
Mutel n.° 5	Teelax, S. A.
Promulsit	Proas, S. A.
Emutal	Texsa, S. A.

TABLA 0. Materiales constitutivos de las membranas asfalticas y de alquitran

Designación	Clase de material	Masa mínima por capa (Kg/m²)	Características según UNE
OA	Oxiasfalto	1,5	104-202
E	Emulsión (para imprimación)	2,0	104-231
PI	Pintura de imprimación	0,3	104-234
MM	Mástico bituminoso modificado de base alquitrán y aplicación en caliente	4,0	104-232. Parte II
AB	Armadura bituminosa	0,57	104-237
LO-20	Lámina bituminosa de superficie no protegida	1,8	104-238
LO-30	Lámina bituminosa de superficie no protegida	2,7	104-238
LO-40	Lámina bituminosa de superficie no protegida	3,6	104-238
LO-40/P	Lámina bituminosa perforada	3,6	104-238
LO-40/G	Lámina bituminosa con autoprotección mineral	3,6	104-238
LO-30 NA/M	Lámina bituminosa sin armadura con autoprotección metálica	2,7	104-238
LO-30 A/M	Lámina bituminosa con autoprotección metálica	2,7	104-238
LO-40 M	Lámina bituminosa con autoprotección metálica	3,6	104-238
LOM-40	Lámina de oxiasfalto modificado de superficie no protegida	3,8	104-239
LBM-20	Lámina de betún asfáltico modificado, de superficie no protegida	1,8	104-242
LBM-40	Lámina de betún asfáltico modificado, de superficie no protegida	3,8	104-242
LBM-40/G	Lámina de betún asfáltico modificado, con autoprotección mineral	3,8	104-242
LBM-50/G	Lámina de betún asfáltico modificado, con autoprotección mineral	4,8	104-242
LBM-30 NA/M	Lámina de betún asfáltico modificado, sin armadura, con autoprotección metálica	2,8	104-242
LBM-30 A/M	Lámina de betún asfáltico modificado, con autoprotección metálica	2,8	104-242
LBM-40/M	Lámina de betún asfáltico modificado, con autoprotección metálica	3,8	104-242
LBME-2	Lámina extruida de betún modificado con polímeros	1,8 (1)	104-243
LBME-2R	Lámina extruida de betún modificado con polímeros, reforzada	1,8 (1)	104-243
LAM-2	Lámina de alquitrán modificado con polímeros	2,8 (1)	104-244
LA[illegible]	Lámina de alquitrán modificado con polímeros	4,2 (2)	104-244
PA	Placa asfáltica	—	104-240
	Aluminio 50 micras	0,124	—
	Aluminio 80 micras, gofrado	0,200	104-207

(1) Espesor mínimo: 2 mm.
(2) Espesor mínimo: 3 mm.

OBSERVACIONES SOBRE EL ESQUEMA 1

(*) Armadura de film de polietileno o fieltro de poliéster.

a) Para pendientes > 15 % la membrana se fijará mecánicamente al soporte.
b) Para pendientes > 5 % se utilizarán asfaltos de punto de reblandecimiento igual o superior a 90 °C.
c) Para pendientes > 5 % no se utilizará grava suelta y se comprobará la autosustentación de la protección.
d) Todas las capas que componen la membrana, deben ir unidas entre sí.
e) Si se utilizan lámina BM-18 se suprimirá la 5.ª capa (oxiasfalto).
f) Los solapes se realizarán soldando con sopletes de aire caliente.
g) Se asegurará la no adherencia entre la membrana y el soporte y entre la membrana y la protección.
h) Se asegurará la compatibilidad de la lámina con el soporte y la protección. La unión entre solapes se hará con un adhesivo, siguiendo un procedimiento que garantice la total unión y estanqueidad del solape.
i) Se asegurará la total adherencia al soporte y a la protección, así como la compatibilidad del mástico de alquitrán.

ESQUEMA 1. Membrana con protección pesada (P)

MEMBRANA	PA-1	PA-2	PA-3	PA-4	PA-5	PA-6	PA-7	PN-1	PN-2	PN-3	PN-4	PN-5	PN-6
RELACION CON EL SOPORTE	ADHERIDO							NO ADHERIDO					
PENDIENTE	1-10 %				> 1 %			1-5 %					
	PROTECCION PESADA TRANSITABLE O NO TRANSITABLE												
CONSTITUCION DE LA MEMBRANA — Unión				OXIASFALTO (1,5 kg/m²)							AISLAMIENTO TER.		
LAMINA O ARMADURA				ARMADURA BITUMINOSA (0,57 kg/m²)									
Unión			OXIASFALTO (1,5 Kg/m²)										
LAMINA O ARMADURA			LO-20	ARMADURA BITUMINOSA (0,57 kg/m²)									
Unión		OXIASFALTO (1,5 Kg/m²)											
LAMINA O ARMADURA		LO-30 o LBM-20	LO-20	ARMADURA BITUMINOSA (0,57 kg/m²)	MASTICO BITUMINOSO MODIFICADO (4,0 kg/m²)		LO-40 o LO-30 (*)					LBM-20	LO-40 o LO-30 (*)
Unión		OXIASFALTO (1,5 Kg/m²)										OXIASFALTO (1,5 kg/m²)	CALOR
LAMINA O ARMADURA	LBME-2R	LO-30 o LBM-20	LO-20	ARMADURA BITUMINOSA (0,57 kg/m²)	ALUMINIO 50 µ	LBM-40	LO-40 o LO-30 (*)	LBM-40	LBME-2R	LAM-2	LOM-40	LBM-20	LO-40 o LO-30 (*)
Unión	OXIASFALTO (1,5 Kg/m²)				MASTICO BITUMINOSO MODIFICADO (4,0 kg/m²)	CALOR	CALOR						
Imprimación	EMULSION O PINTURA (0,3 Kg/m²)					EMULSION O PINTURA							
	SOPORTE BASE												
OBSERVACIONES:	b) c) d) f)	b) c) d) e)	b) c) d)	b) c) d)	c) d) i)	a) c)	a) c) d)	g)	f) g)	g) h)	g)	d) g)	d) g)

ESQUEMA 2. Membranas con autoproducción: Mineral G) o Metalica (M)

MEMBRANAS	GA-1	GA-2	GA-3	GA-4	GA-5	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4	MS-1	GS-1	GC-1	GC-2
RELACION CON EL SOPORTE	ADHERIDO									SEMIADHERIDO		CLAVADO	
PENDIENTE	> 3 %	> 3 %	> 5 %	> 5 %	> 3 %	> 10 %	> 10 %	> 5 %	5-15 %	5-15 %	3-15 %	> 20 %	15-20 %
CONSTITUCION DE LA MEMBRANA: LAMINA		LBM-40/G	LO-40/G	LO-40/G	LBM-40/G		LO-30NA/M	LO-30/M o LBM-30NA/M	ALUMINIO 80 µ GOFRADO	LO-40/M LBM-30NA/M	LBM-40/G		PLACA ASFALTICA
Unión		CALOR	CALOR	OXIASFALTO (1,5 Kg/m²)			CALOR	CALOR	MASTICO BITUMINOSO MODIFICADO (4,0 Kg/m²)	OXIASFALTO (2,5 Kg/m²)			Mecánica
LAMINA	LBM-50/G (**)	LO-40 o LO-30 (*)	LO-40 o LO-30 (*)	LO-30	LBM-20	BM-40/M	LO-40 o LO-30 (*)	LO-40 o LO-30 (*)	ALUMINIO 50 µ	LO-40P	LO-40P	PLACA ASFALTICA	LO-20
Unión	CALOR	CALOR	CALOR	OXIASFALTO (1,5 Kg/m²)		CALOR	CALOR	CALOR	MASTICO BITUMINOSO MODIFICADO (4,0 Kg/m²)			Mecánica	
Imprimación	EMULSION O PINTURA (0,3 Kg/m²)									EMULSION O PINTURA		SOPORTE BASE	
	SOPORTE BASE												
OBSERVACIONES:	a) b) d)	a) b)	a) b)	a) b) c)	a) b) c)	a) b) d)	a) b)	a) b)	b) f)	b) c)	b) c)	e)	e)

OBSERVACIONES SOBRE EL ESQUEMA 2

(*) Armadura del film o fieltro de poliéster.
(**) Armadura de filetro de poliéster.

a) Para pendientes > 15 % la membrana se fijará mecánicamente al soporte.
b) Todas las capas que componen la membrana deben ir unidas entre sí.
c) Para pendientes entre 5 y 10 % se utilizarán asfaltos de punto de reblandecimiento igual o superior a 90° C.
Para pendientes superiores al 10 %, se utilizarán asfaltos de punto de reblandecimiento igual o superior a 100° C.
d) Se utilizarán láminas con orilla, para asegurar la buena adherencia del solape.
e) La fijación al soporte se realizará siempre mediante clavos distanciados como mínimo 50 cm. en las láminas y 35 cm. en las placas.
Las cabezas de los clavos estarán siempre cubiertas por un espesor de placa. En cualquier punto de la cubierta debe haber solapes de 2 placas.
f) Se asegurará la total adherencia al soporte y a la protección, así como la compatibilidad del mástico de alquitrán con ambos.

Indice

IV. Humedad de condensación

V. Humedades accidentales

VI. Materiales impermeabilizantes. Técnicas de aplicación



Las **Monografías Ceac de la Construcción** constituyen la más completa colección sobre temas constructivos, ya que cada uno de los libros trata de una materia específica, expuesta con la mayor claridad.

Desde el proyecto al acabado definitivo de una obra, las **Monografías Ceac de la Construcción** contienen una serie de orientaciones prácticas que las convierten en un verdadero instrumento de consulta y trabajo; asimismo, su ordenación, sencilla y útil, permite la fácil localización de cada tema.

Las Humedades en la Construcción

Secado natural y artificial; tratamiento electroosmótico de las humedades.

La humedad del suelo.

La humedad atmosférica.

La humedad de condensación.

Humedades accidentales.

Técnicas de aplicación de los materiales impermeabilizantes.

Ejemplos de utilización de materiales.

Reparación de cubiertas.

Lesiones producidas por la humedad.

Relación de materiales impermeabilizantes.

Normas tecnológicas de la edificación relativas a las humedades.